

Ing. Stefan Mario Jöbstl

Entwicklung eines Systems zur effizienteren Erstellung von
Konstruktionszeichnungen im Bereich Sondermaschinenbau

eingereicht als

Diplomarbeit

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA (FH)
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fachbereich Maschinenbau / Mechatronik

Pitschgau, 2009

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Gebhardt

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. (FH) Christian Kügerl

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

Bibliographische Beschreibung:

Ing. Stefan Mario, Jöbstl:

Entwicklung eines Systems zur effizienteren Erstellung von
Konstruktionszeichnungen im Bereich Sondermaschinenbau. - 64 Seiten

Pitschgau, Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich Maschinenbau/ Mechatronik,
Diplomarbeit, 2009

Referat:

Die vorliegende Arbeit analysiert den Konstruktionsablauf in der Firma Peters Engineering GmbH. Ausgangspunkt ist die Auseinandersetzung mit den theoretischen Grundlagen. Darauf aufbauend erfolgt die Erfassung und Erläuterung des Ist- Zustandes wie er bei Peters vorzufinden ist. Danach werden die im Unternehmen befindlichen Arbeitssysteme erfasst, klassifiziert und bewertet.

Aus den Analyseergebnissen können unter Berücksichtigung des Qualitätsmanagements Vorschläge zur Verbesserung und Optimierung der Konstruktionszeichnungen abgeleitet werden. Diese berücksichtigen insbesondere die Beschreibung, Darstellung und Umsetzung in der 3D-CAD-Software, sowie Prozessbeschreibung, Konstruktions-FMEA und Arbeiten nach dem Poka-Yoke-Prinzip. Zum Schluss erfolgt die Beschreibung für eine Auswahl zur Einführung eines Produktdatenmanagement-Systems im Untersuchungsbetrieb.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit fasst meine Auseinandersetzung mit der effizienteren Erstellung von Konstruktionszeichnungen während der letzten Monate zusammen.

Ich möchte an dieser Stelle zurückblicken und mich bei all jenen Menschen bedanken, die mich in diesem anstrengenden Zeitraum unterstützt, ermutigt und motiviert haben und somit einen wesentlichen Beitrag zum positiven Gelingen meiner Diplomarbeit beigetragen haben.

Dazu zählen vorrangig das gesamte Lehr- und Lektorenteam des Studienganges Maschinenbau/ Seminargruppe KM07wMGA, welche mir in den letzten beiden Jahren das nötige Wissen vermittelt haben, um diese Arbeit selbstständig durchführen zu können.

Mein besonderer Dank gilt dabei meinem Betreuer und Erstprüfer Herrn Prof. Dr.-Ing. Gerhard Gebhardt.

Besonderer Dank gilt auch meinem Arbeitgeber, der Peters Engineering GmbH, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. (FH) Christian Kügerl welcher als mein Mentor im Unternehmen fungierte und mich immer wieder gerne unterstützte sowie einigen meiner Kollegen für das Bereitstellen von Fachliteratur.

Bei meiner Partnerin Fr. Dipl.-Päd. Bettina Kolli sowie bei meiner Schwester Elisabeth Jöbstl und bei meinem Bruder Ing. Rupert Jöbstl für das Korrekturlesen und die konstruktive Kritik.

Sowie bei meinen Eltern und Freunden für ihren bedingungslosen Rückhalt und die moralische Unterstützung.

INHALTSVERZEICHNIS

I.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI
II.	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VII
1.	Einleitung	- 1 -
1.1.	Beschreibung der Ausgangssituation und das Umfeld	- 1 -
1.2.	Was ist die Aufgabenstellung, das Untersuchungsinteresse?	- 2 -
1.3.	Was ist die Zielsetzung der Arbeit, der Soll-Zustand?	- 2 -
1.4.	Welche Fragen sollen im theoretischen Teil geklärt werden?	- 3 -
1.5.	Welche Fragen sollen im praktischen Teil geklärt werden?	- 3 -
2.	Kennzeichnung des Erkenntnisstandes	- 4 -
2.1.	Organisation der Konstruktion und deren Vorlagen	- 4 -
2.1.1.	3D-CAD-System	- 4 -
2.1.2.	Schriftfeld	- 5 -
2.1.3.	Stückliste	- 7 -
2.2.	Zeichnungsnummernzyklus	- 8 -
2.2.1.	Notwendigkeit eines Zeichnungsnummernzyklus	- 8 -
2.2.2.	Schwerpunkte der Zeichnungsnummerngestaltung	- 8 -
2.2.3.	Aufbau des Zeichnungsnummernzyklus	- 10 -
3.	Verbesserungsmaßnahmen	- 11 -
3.1.	Festlegung und Analyse der erkannten Probleme	- 11 -
3.1.1.	Optimiertes Schriftfeld	- 11 -
3.1.1.1.	Benutzerdefinierte Eigenschaften erstellen und verknüpfen	- 12 -
3.1.1.2.	Maßstab automatisch generieren	- 16 -
3.1.1.3.	Formatvorlage für ein optimiertes Schriftfeld	- 18 -
3.1.2.	Einführen einer neuen Stückliste	- 19 -
3.1.3.	Verbesserter Zeichnungsnummernzyklus	- 21 -
3.2.	Qualitätsmanagement	- 22 -
3.2.1.	Prozessfestlegung	- 22 -
3.2.1.1.	Prozessstart und Prozessende	- 22 -

3.2.1.2. Prozessverantwortliche	- 23 -
3.2.2. Prozessdefinition	- 25 -
3.2.2.1. Ziel	- 25 -
3.2.2.2. Zweck	- 25 -
3.2.2.3. Kritische Erfolgsfaktoren	- 25 -
3.2.3. Konstruktionsprozess	- 26 -
3.2.3.1. Prozess (Flowchart)	- 26 -
3.2.3.2. Prozesserläuterung	- 28 -
3.2.4. Konstruktions-FMEA	- 31 -
3.2.4.1. Notwendigkeit einer Konstruktions-FMEA	- 31 -
3.2.4.2. Arbeitsschritte einer Konstruktions-FMEA	- 33 -
3.2.4.3. Vorgehensweise einer Konstruktions-FMEA	- 37 -
3.2.4.4. Vergleich Nutzen / Aufwand	- 38 -
3.2.4.5. FMEA-Umsetzungsbeispiel	- 39 -
3.2.5. Poka-Yoke System	- 40 -
3.2.5.1. Poka-Yoke Grundlagen	- 41 -
3.2.5.2. Die Poka-Yoke Grundsätze in der Produktentwicklung	- 43 -
3.2.5.3. Qualität einer Poka-Yoke Lösung	- 44 -
4. Einführung eines PDM-Systems	- 46 -
4.1. Definition PDM	- 46 -
4.2. Warum verwendet man ein PDM-System	- 48 -
4.3. Überlegungen bei der Einführung eines PDM-Systems	- 49 -
4.4. Auswahl eines PDM-Systems	- 50 -
4.5. Kritische Bewertung eines PDM-Systems	- 52 -
5. Ausblick	- 53 -
5.1. Offen gebliebene, nicht bearbeitete Probleme	- 53 -
5.2. Vorschlag zur weiteren Vorgehensweise	- 54 -
III. LITERATURVERZEICHNIS	VIII
IV. Erklärung zur selbständigen Anfertigung	X

I. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Logo Peters Engineering	- 1 -
Abbildung 2: Übersicht üblicher 3D-CAD-Systeme im Sondermaschinenbau	- 5 -
Abbildung 3: Schriftfeld bei Peters Engineering	- 6 -
Abbildung 4: Stückliste bei Peters Engineering	- 7 -
Abbildung 5: Beispiele für Zeichnungsnummerngestaltung	- 9 -
Abbildung 6: Zeichnungsnummerngestaltung bei Peters Engineering	- 10 -
Abbildung 7: Benutzerdefinierte Eigenschaften erstellen	- 12 -
Abbildung 8: Eigenschaften zu Eigenschaftsmanager hinzufügen	- 13 -
Abbildung 9: Eigenschaftsmanager eines „Normal.par“	- 14 -
Abbildung 10: Legendeneigenschaften im 2D-Modellblatt	- 15 -
Abbildung 11: Eigenschaftstext mit Indexreferenz verknüpfen	- 16 -
Abbildung 12: Makro „Draft Scale“ (Quelle: http://www.siritec.com)	- 17 -
Abbildung 13: Formatvorlage für ein optimiertes Schriftfeld	- 18 -
Abbildung 14: Formatvorlage für eine optimierte Stückliste	- 20 -
Abbildung 15: Projektdatenblatt bei Peters Engineering	- 24 -
Abbildung 16: Ziele der Prozessanweisung	- 25 -
Abbildung 17: Konstruktionsprozess bei Peters Engineering	- 27 -
Abbildung 18: Die Zehnerregel der Fehlerkosten (Quelle: Tietjen, Seite 41)	- 32 -
Abbildung 19: Arbeitsschritte der FMEA	- 33 -
Abbildung 20: FMEA-Formblatt (Quelle: Kamiske, Seite 74)	- 36 -
Abbildung 21: FMEA-Team Peters Engineering	- 37 -
Abbildung 22: Auszug einer FMEA bei Peters Engineering	- 39 -
Abbildung 23: Beispiel des Poka-Yoke Systems bei Peters Engineering	- 44 -
Abbildung 24: Zusammenhänge PDM (http://www.bgmr.rwth-aachen.de)	- 47 -
Abbildung 25: Vergleich PDM Anbieter	- 51 -

II. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

2D.....	zweidimensional
3D.....	dreidimensional
Bearb.....	Bearbeiter
BG	Baugruppe
Bl	Blatt
Bsp	Beispiel
Bzw.....	beziehungsweise
ca	zirka
CAD.....	Computer Aided Design
d.h.	das heißt
Ers. D.	Ersatz durch
Ers. f.....	Ersatz für
FMEA	Fehler- Möglichkeits- und Einfluss-Analyse
Gepr	Geprüft
Normgp	Normgeprüft
Nr	Nummer
PDM	Produktdatenmanagement
Poka-Yoke.....	unbeabsichtigte Fehler-Vermeidung
Pos.Nr	Positionsnummer
RPZ	Risikoprioritätszahl
Stk	Stück
TDM	Team-Data-Management
Urspr	Ursprung
usw.....	und so weiter
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

1.1. Beschreibung der Ausgangssituation und das Umfeld



Abbildung 1: Logo Peters Engineering

Die Peters Engineering GmbH wurde 1973 in Graz gegründet, übersiedelte jedoch in der 80er Jahren nach Bad Gams. Die Standbeine der Gesellschaft sind die Bereiche Fahrzeugtechnik sowie der Sondermaschinenbau. Angeboten werden Konstruktionsdienstleistungen im Automotivebereich. Darüber hinaus befasst sich der Bereich Sondermaschinenbau mit der Konstruktion und der Fertigung von Prüf- und Montageanlagen für die Automobilzuliefer- sowie Elektronikindustrie.

Im Jahre 2004 erfolgte ein weiterer Standortwechsel in das „Technologie und Entwicklungszentrum“ in Stainz in dem das Unternehmen auf seine nunmehrige Größe von ca. 60 Arbeitern und Angestellten gewachsen ist.

2007 erfolgte die Integration in die TCM Gruppe (Tool Consulting and Management). In Zusammenarbeit mit dem Spezialisten für Werkzeuglösungen in der industriellen zerspannenden Fertigung sollten sich in Zukunft Synergieeffekte ergeben von denen beide Seiten profitieren.

Kontakt:

Peters Engineering GmbH
Technologiepark 4, 8510 Stainz
Tel.: +43 (0) 3463/ 3817-0
Fax.: +43 (0) 3463/ 3817-22
e-mail: office@peters.at

1.2. Was ist die Aufgabenstellung, das Untersuchungsinteresse?

Da die Mehrzahl der Kunden spezielle Konstruktionsstandards haben, will man von Seiten der Peters Engineering GmbH intern ein einheitliches System einführen. Dieses sollte so allgemein wie möglich sein, um mit möglichst wenig Aufwand die Anforderungen des Kunden zu erfüllen.

Dazu muss untersucht werden wie dieses System in die derzeitige Struktur eingebettet werden kann. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Schnittstellen zwischen dem System intern und denen des Kunden zu legen. Weiterer Bestandteil dieser Arbeit ist die Auswahl eines PDM-Systems (Product Data Management-Systems) zur Datenverwaltung. Es sollte eine hinreichende Funktionsfähigkeit gewährleisten, und vor allem problemlos in das derzeit verwendete CAD-System integriert werden können.

1.3. Was ist die Zielsetzung der Arbeit, der Soll-Zustand?

Das Ziel dieser Arbeit sollte es sein, zu evaluieren, ob es möglich ist ein solches System mit den derzeitigen Konstruktionsrichtlinien zu kombinieren bzw. zu integrieren. Ferner sollen die notwendigen Dokumente erstellt werden um ein einheitliches System realisieren zu können.

1.4. Welche Fragen sollen im theoretischen Teil geklärt werden?

Hier muss abgeklärt werden, welche Anbieter sich für die Datenverwaltung eignen. Ebenfalls von immenser Wichtigkeit ist die einfache Bedienung durch den User. Hier gilt es ebenfalls ein geeignetes System zu finden und die verschiedenen Technologien untereinander zu vergleichen.

1.5. Welche Fragen sollen im praktischen Teil geklärt werden?

Im praktischen Teil sollen alle Dokumente zur Zeichnungserstellung wie CAD-Formatvorlagen sowie Stücklisten, unter Berücksichtigung der verschiedenen Anforderungen, entwickelt werden. Dazu muss geprüft werden welche Möglichkeiten das derzeit eingesetzte CAD-System bietet, um dies praktisch umsetzen zu können.

2. Kennzeichnung des Erkenntnisstandes

2.1. Organisation der Konstruktion und deren Vorlagen

„Der Entwicklungs- und Konstruktionsbereich hat im Unternehmen eine zentrale Bedeutung bei der Produktentstehung und –weiterentwicklung. Vom Konstrukteur werden entscheidend die Produkteigenschaften hinsichtlich Funktionserfüllung, Sicherheit, Ergonomie, Fertigung, Transport, Gebrauch, Instandhaltung und Entsorgung/ Recycling bestimmt. Hinzu kommt der große Einfluss des Konstrukteurs auf die Herstellungs- und Gebrauchskosten, auf die Qualität sowie auf die Durchlaufzeiten in der Produktion. Entsprechend dieser Produktverantwortung müssen stets generelle Zielsetzungen beachtet werden.“

(Pahl, Beitz 2004: Seite 6)

2.1.1. 3D-CAD-System

Für die Auswahl der Systeme wurde unter anderem auf die Erfahrung anderer Firmen zurückgegriffen. Im gewünschten Preissegment üblicherweise verwendete Systeme im Sondermaschinenbau sind Solid Works, Solid Edge sowie Autodesk Inventor. Betrachtet man nur den Funktionsumfang, so sind alle drei Versionen in etwa ebenbürtig.

Trotzdem gibt es in verschiedenen Punkten gravierende Unterschiede. Vor allem bei der Ausnutzung der Hardwareressourcen erwies sich das System Autodesk Inventor als mangelhaft. Der Import von Fremdformaten, zum Beispiel bei Normteilen, ist nicht zufriedenstellend, da des Öfteren Darstellungsfehler beim Konvertieren auftreten. Im Vergleich zu Solid Works oder Solid Edge werden auch nur sehr wenige Fremdformate unterstützt. Weiters stehen im 2D Bereich nicht genügend Befehle zur Verfügung um auch außerhalb der 3D-Umgebung umfangreicher konstruieren zu können. Durch die schlechte Performance wurde diese Software als Erstes aussortiert.

Die beiden Systeme Solid Works und Solid Edge dagegen sind in etwa gleichauf. Beide Programme sind weltweit, vor allem im Maschinenbau, Blechverarbeitung, Werkzeug- und Anlagenbau stark verbreitete CAD-Systeme, die vor allem durch Benutzerfreundlichkeit überzeugen. Die Bedienung ist einfach und sehr intuitiv. Der Schulungsaufwand ist verhältnismäßig gering.

Am Ende konnte sich aber Solid Edge durchsetzen, da es auch bei den wichtigsten Kunden für Peters Engineering eingesetzt wird. Das erleichtert den Datenaustausch wesentlich und beschleunigt die Vorbereitung der Fertigung.

Somit können auch Frästeile, die nicht in eigener Produktion hergestellt werden können, als 3D-Modell versendet werden um weiteren Programmieraufwand, der wiederum bezahlt werden muss, zu minimieren.

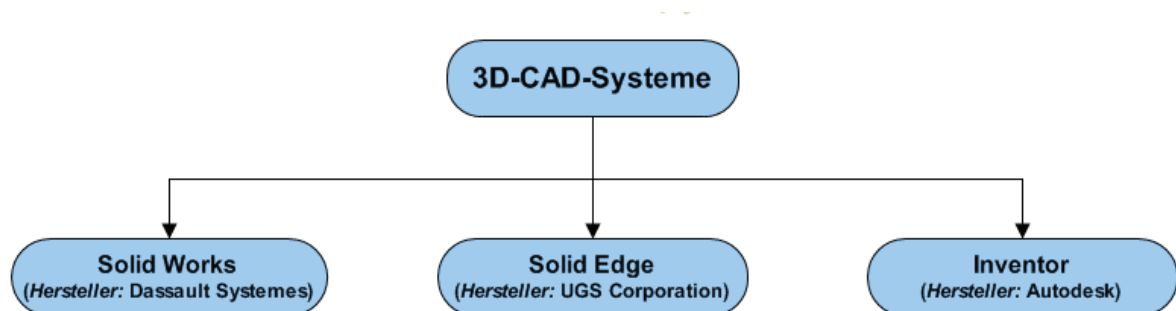


Abbildung 2: Übersicht üblicher 3D-CAD-Systeme im Sondermaschinenbau

2.1.2. Schriftfeld

Mit der Einführung der neuen Software muss natürlich auch ein fertigungsgerechtes Schriftfeld angelegt werden. Als Vorlage dient in erster Linie die DIN 6771-1, die das Normschriftfeld charakterisiert. Um den speziellen Anforderungen der Firma gerecht zu werden, muss der Inhalt und auch die Aufteilung der Zellen abgeändert werden. Dabei entstand dann folgender Vorschlag, der auf allen Zeichnungen der Firma Peters zu finden sein wird.

Kanten gebrochen!


DIESE ZEICHNUNG IST UNSER EIGENTUM Jede unerlaubte Vervielfältigung, Verwertung oder Mitteilung an dritte Personen ist strafbar. Alle Rechte sind uns vorbehalten. Copyright reserved. (Schutzvermerk nach DIN 34 beachten!)				Freimaßtol. ISO 2768 "m" Teil 1+2		Maßstab: 1:1		Teil: 01 Stück: 1 Material: 3.2315 natur eloxiert		Oberfläche N7			
				2009		Dat.		Name		Zeichnungsnummer (=CAD-Nummer): 100 - A - 01		Ansicht 	
				Bearb.		xx.xx.		xxxx					
				Gepr.									
Normgp								Benennung: Anlagenbezeichnung		Blatt			
										Bl.			
								Baugruppe: Station 1		Computer Aided Design			
Index	Änderung	Datum	Name	Urspr.:		Ers. f.:		Ers. d.:					

Abbildung 3: Schriftfeld bei Peters Engineering

- 1..... Anlagenbezeichnung (vom Kunden oder intern festzulegen)
- 2..... Baugruppe (Nummer, bzw. Bezeichnung der Baugruppe)
- 3..... Zeichnungsnummer (entspricht der CAD-Nummer)
- 4..... Positionsnummer in der übergeordneten Zeichnung (Teilenummer)
- 5..... Stückzahl des Bauteiles
- 6..... Werkstoffangabe des Bauteiles
- 7..... Angabe der Oberflächenbehandlung (falls nötig)
- 8..... Maßstab der Zeichnung
- 9..... Bearbeitungsangabe (nur bei Werkstattzeichnungen)
- 10..... Hinweis auf die Freimaßtoleranzen
- 11..... Name des Konstrukteurs
- 12..... Erstellungsdatum der Zeichnung
- 13..... Änderungsindex (Änderungsstand)
- 14..... Kurzbeschreibung der Änderung
- 15..... Datum der Änderung
- 16..... Name des Bearbeiters (der die Änderung durchführt)
- 17..... Gesamtanzahl der Zeichnungsblätter (nur auszufüllen wenn mehr als ein Blatt vorhanden ist z.B. bei Zusammenstellungszeichnungen)

2.2. Zeichnungsnummernzyklus

2.2.1. Notwendigkeit eines Zeichnungsnummernzyklus

Die firmeneigene Entwicklung begrenzte sich lange Zeit auf einfache Teile und spielte damit nur eine untergeordnete Rolle. Meist gab der Kunde sein hausinternes Nummernsystem vor und die Firma musste sich keine Gedanken über ein eigenes System machen. Jedoch häuften sich die Anzahl jener Kunden, welche selbst kein eigenes Nummernsystem hatten, somit musste ein eigenes Nummernsystem eingeführt werden. Die Anforderungen waren eigentlich klar, es sollte so einfach und flexibel wie nur möglich sein.

2.2.2. Schwerpunkte der Zeichnungsnummerngestaltung

Nummernsysteme gibt es in verschiedenen Varianten. Die erste Informationsquelle ist wiederum der Kunden- und Lieferantenkreis, da es für alle Beteiligten am Einfachsten ist, sich an einem ähnlichen System zu orientieren.

Das Ergebnis der Recherche ist eindeutig und deckt sich genau mit der Theorie. Diese besagt, dass der Hauptunterschied zwischen „aussagenden“ und „nichtaussagenden“ Systemen gemacht wird. „Aussagend“ bedeutet, dass nur aufgrund der Nummer oder einzelner Ziffern eine Aussage über das Bauteil getroffen werden kann. Um welche Informationen es sich dabei genau handelt, ist vorerst nicht ersichtlich. Entscheidend ist, dass jede Ziffer und jeder Buchstabe eine gewisse Aussage über das Bauteil treffen.

Das Gegenteil dazu sind die „nichtaussagenden“ Nummern, die fortlaufend geführt werden und damit keinerlei Aussage über das entsprechende Bauteil verraten.

Eine weitere Möglichkeit ist die „teilaussagende“ Variante. Diese Mischform zwischen „aussagenden“ und „nichtaussagenden“ Nummern wird fast immer angewendet. Als reine Ausprägung sind die Systeme selten zu finden.

In meiner bisherigen Tätigkeit als Konstrukteur hatte ich ausschließlich mit Firmen zu tun, welche „teilaussagende“ Nummern in Verwendung hatten und haben.

Allerdings mit sehr unterschiedlichen Varianten, einerseits die fast komplett „aussagenden“ Systeme, andererseits auch nahezu „nichtaussagende“ Nummern.

Das macht in der Gestaltung oft gravierende Unterschiede wie in untenstehender Abbildung zu sehen ist.

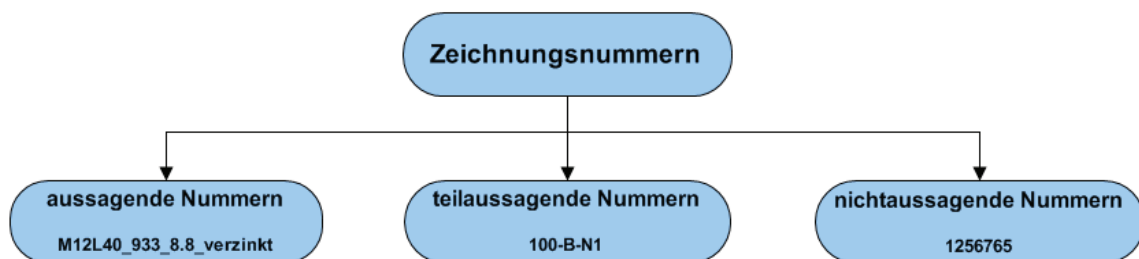


Abbildung 5: Beispiele für Zeichnungsnummerngestaltung

Die dargestellten alphanumerischen Zeichenketten stehen alle für die gleiche Schraube M12x40 nach DIN 933; Güte 8.8 verzinkt. Die Unterschiede liegen vor allem in der unterschiedlichen Länge der Nummern und der Verwendung von Buchstaben, auch wenn das für die einzelnen Kategorien nicht definiert ist. Trotzdem ergeben sich diese Merkmale anhand der verschiedenen Gliederungstiefen, da mehr Informationsgehalt mehr Stellen benötigt.

2.2.3. Aufbau des Zeichnungsnummernzyklus

Die unten abgebildete Grafik zeigt ein Beispiel für Zeichnungsnummerngestaltung wie sie bei der Firma Peters Engineering verwendet wird.

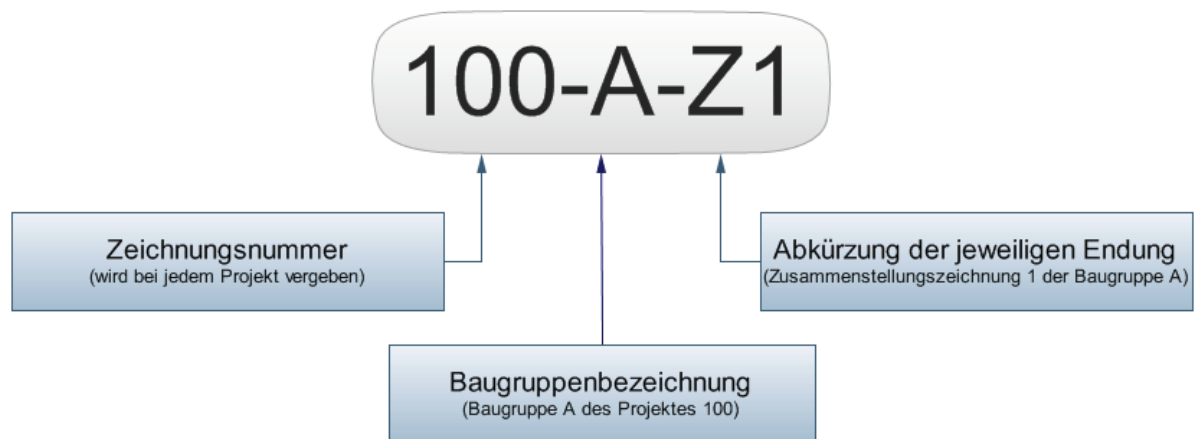


Abbildung 6: Zeichnungsnummerngestaltung bei Peters Engineering

Übersicht mit Beispielen für die jeweilige Endung:

XXX-A-Z1..... Zusammenstellungszeichnungen..... Z1, Z2, ...

XXX-A-01..... Einzelteilzeichnungen..... 01, 02, ...

XXX-A-S1..... Stückliste mechanisch (Sonder- u. Normteile).... S1, S2, ...

XXX-A-P1..... Pneumatikplan, Hydraulikplan..... P1, P2, ...

XXX-A-N1..... Normteilzeichnung (Zukaufteile)..... N1, N2, ...

XXX-A-N1-02..... Blattanzahl..... Blatt 2 von 3

3. Verbesserungsmaßnahmen

3.1. Festlegung und Analyse der erkannten Probleme

3.1.1. Optimiertes Schriftfeld

Bisher bestand das Problem, dass die Inhalte des Schriftfeldes nicht mit dem 3D-Modell verknüpft wurden, somit bestand kein Zusammenhang zwischen dem 3D-Bauteil und dem Bauteil auf der 2D-Zeichnung.

Ausgehend vom bisher verwendeten Schriftfeld ist es sinnvoll, folgende Benennungen mit einer Verknüpfung zum 3D-Modell zu hinterlegen:

- Stückzahl
- Materialangabe
- Oberflächenbehandlung
- Name des Erstellers
- Zeichnungsnummer
- Projektname
- Baugruppenbezeichnung
- Benennung des Bauteils

Weitere Eigenschaftstexte, die automatisch nach dem Öffnen der 2D-Zeichnung aktualisiert werden sollten sind:

- Erstelldatum
- Dateiname der 2D-Zeichnung
- Blattanzahl
- Maßstab

Somit kann zwischen den Verknüpfungen zum 3D-Modell und den Verknüpfungen zur 2D-Zeichnung unterschieden werden.

3.1.1.1. Benutzerdefinierte Eigenschaften erstellen und verknüpfen

Solid-Edge bietet die Möglichkeit, einem 3D-Bauteil benutzerdefinierte Eigenschaften zuzuordnen. Nach dem Öffnen eines neuen Bauteils, dem sogenannten „Normal.par“, sind die Eigenschaften des Bauteiles am Anzeigenfenster ersichtlich. Hierfür ist es notwendig, die Option „Datei-Eigenschaften“ auszuwählen. Unter dem Punkt „Benutzerdefiniert“ wird der neue Name der Eigenschaft angegeben. Als nächsten Schritt gilt es der Zeile „Typ“ die richtige Auswahl zuzuordnen – für diese Anwendung wird „Text“ gewählt. Die Zeile „Wert“ ist als Variable zu betrachten, da hier der entsprechende Text definiert werden muss da dieser auch später als Verknüpfungstext angezeigt wird.

Die nachfolgende Abbildung zeigt wie diese benutzerdefinierten Eigenschaften neu erstellt werden.

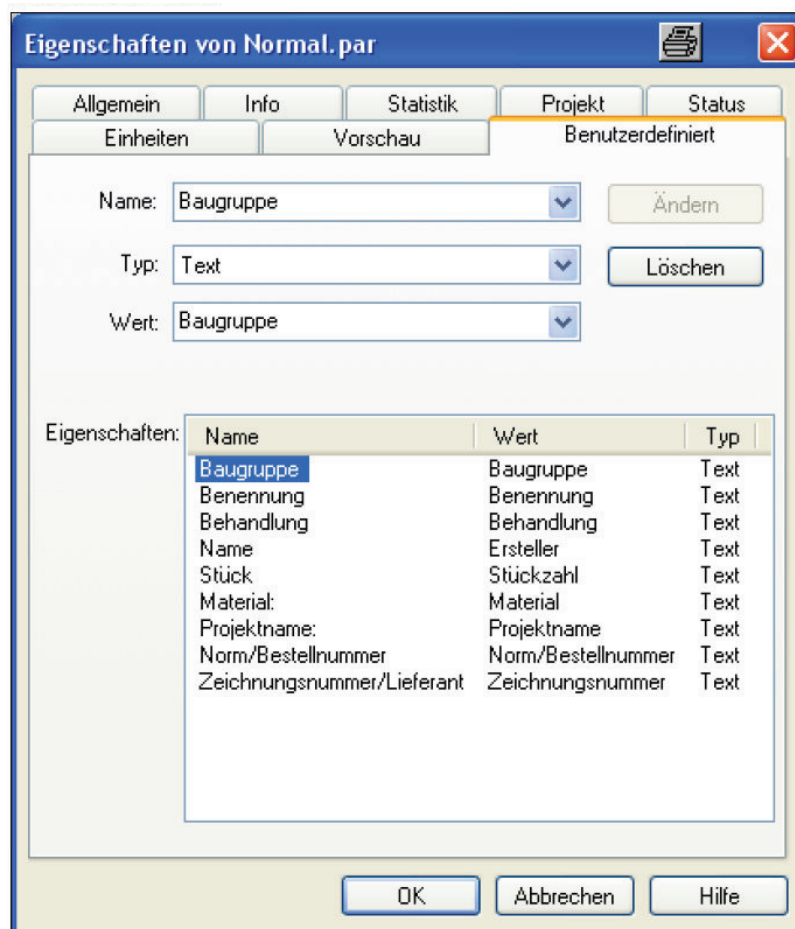


Abbildung 7: Benutzerdefinierte Eigenschaften erstellen

Nachdem die benutzerdefinierten Eigenschaften vergeben werden, bietet der Befehl Eigenschaftsmanager eine komfortable Möglichkeit, sich alle diese Eigenschaften in einer Liste anzeigen zu lassen. Dazu ist es nötig, die definierten Eigenschaften auszuwählen und in die Liste des Eigenschaftsmanagers hinzuzufügen, wie in folgender Grafik dargestellt wird.

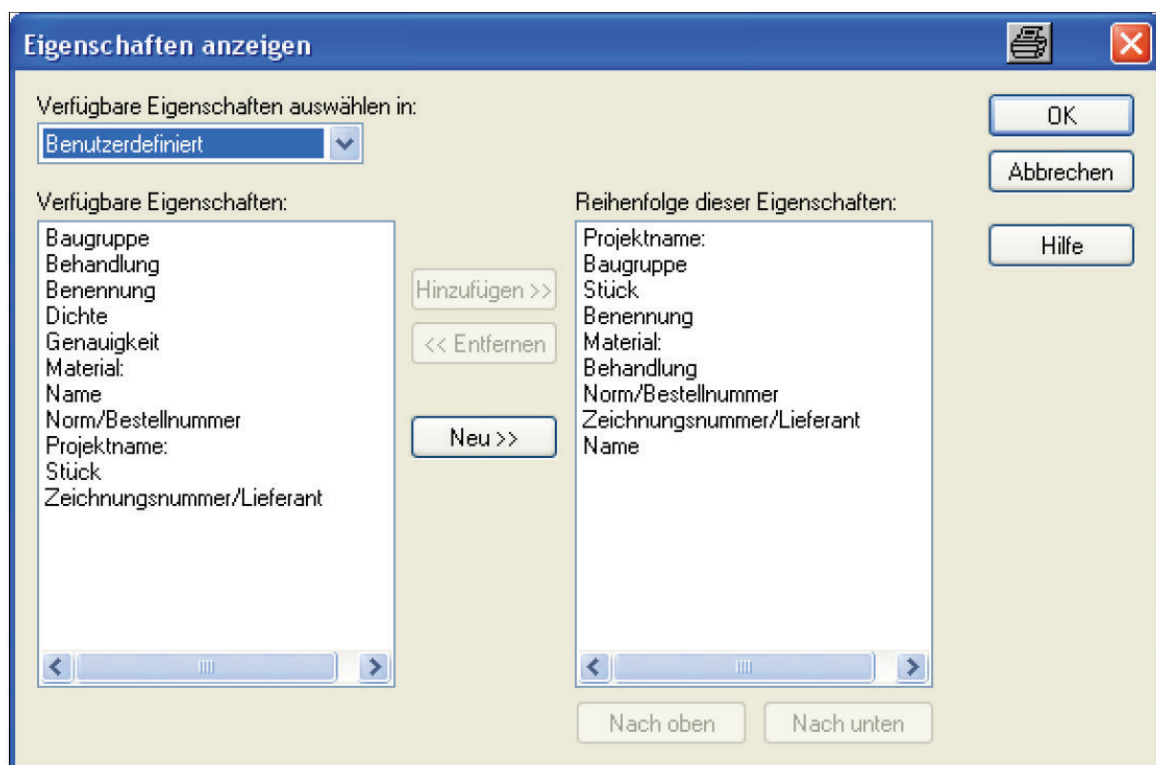


Abbildung 8: Eigenschaften zu Eigenschaftsmanager hinzufügen

Damit wird ermöglicht, dass mit nur einem Knopfdruck alle für das Schriftfeld benötigten Informationen im 3D-Modell eingetragen werden können. Weiterer Vorteil des Eigenschaftsmanagers ist, dass dieser auch für Baugruppen, in Solid-Edge „Assembly“ genannt, verwendet werden kann und somit die Eigenschaften aller in der Baugruppe enthaltenen Bauteile angezeigt und auch bearbeitet werden können. Besonders beim Festlegen bzw. Ändern des Projektnamens und der Baugruppe ist dies besonders wichtig, da man die Texteingabe somit nur einmal durchführen muss und danach die ganze Spalte markieren kann um den gleichen Text auf jedes Bauteil übertragen zu können.

Die folgende Abbildung zeigt den Eigenschaftsmanager mit den vordefinierten Eigenschaften eines im Solid-Edge erstellten „Normal.par“.

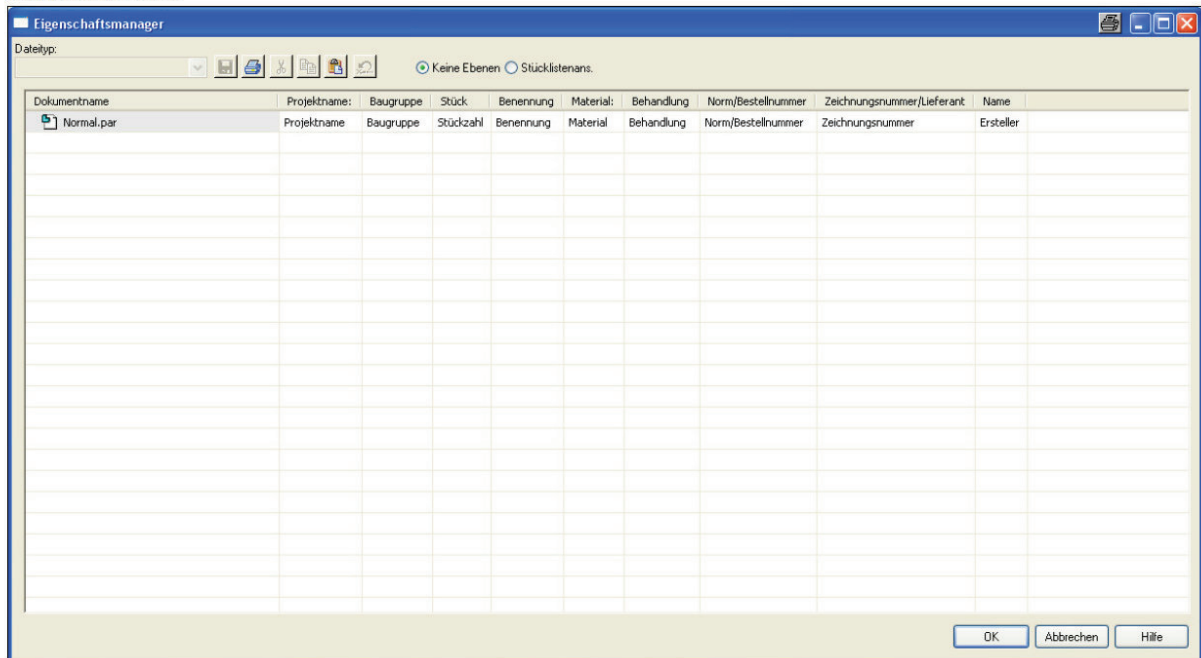


Abbildung 9: Eigenschaftsmanager eines „Normal.par“

Der Eigenschaftsmanager ist auch im 2D-Bereich verfügbar, somit ist es nicht nötig bei Änderungen im Schriftfeld das 3D-Modell zu öffnen. Weiterer großer Vorteil ist, dass alle im Eigenschaftsmanager angezeigten bzw. definierten Eigenschaften, für eine automatisch generierte Stückliste herangezogen werden können. Aber dazu mehr im nächsten Kapitel „Einführen einer neuen Stückliste“.

Nun sind alle für eine Verknüpfung nötigen Schritte im 3D-Modell durchgeführt, jedoch müssen die eingegebenen Eigenschaftstexte noch mit dem Schriftfeld verknüpft werden. Um dies zu realisieren, eignet sich der Befehl „Legende erstellen“ am Besten. Dieser ermöglicht einen beliebigen Text auf einer bestimmten Stelle im 2D-Modellblatt anzubringen. Im konkreten Fall wird auf den verschiedenen Positionen im Schriftfeld eine Legende eingefügt.

Die nächste Abbildung zeigt das „Legendeneigenschaftsfenster“ mit der Verknüpfung zur Zeichnungsnummer welche im 3D-Modell definiert wird.

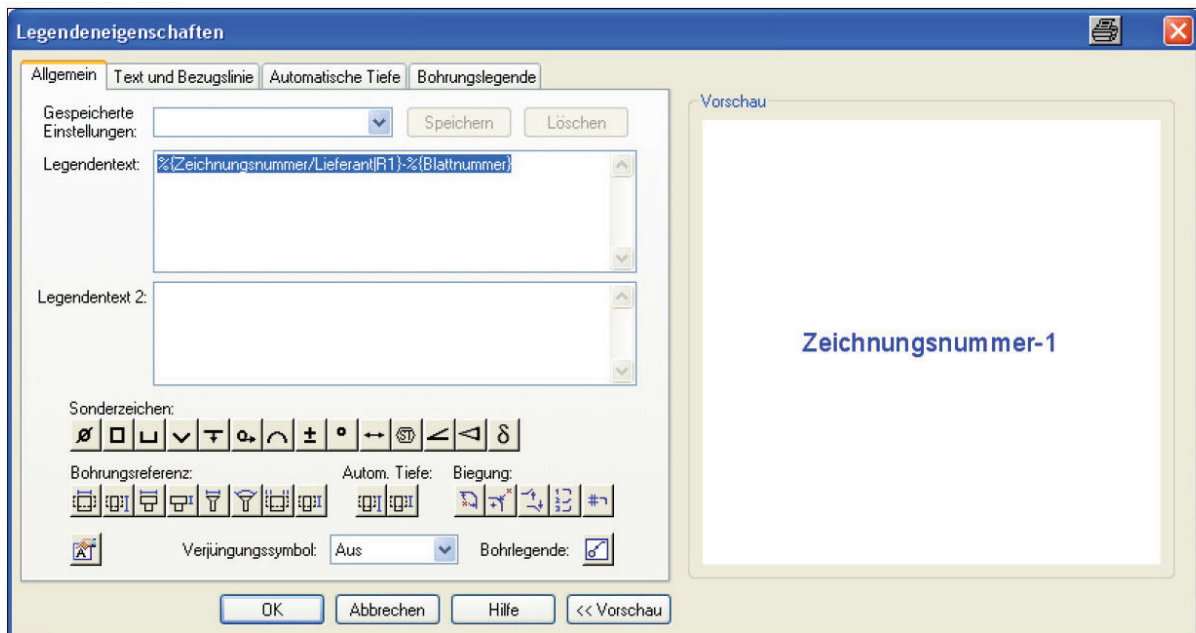


Abbildung 10: Legendeneigenschaften im 2D-Modellblatt

Um den Eigenschaftstext auszuwählen gibt es verschiedene Auswahlmöglichkeiten. Für den hier benötigten Fall ist dies „Indexreferenz“. Es bedeutet, dass alle Eigenschaften auf das 3D-Modell bezogen werden, und zwar egal ob dies ein Part oder ein Assembly ist. Dies ist entscheidend, ansonsten werden die benutzerdefinierten Eigenschaften nicht aus dem 3D-Modell herangezogen sondern aus dem 2D-Modell.

Umgekehrt ist es bei den Eigenschaften wie Erstelldatum, Dateiname der 2D-Zeichnung und Blattanzahl sehr wohl nötig die Eigenschaften „Aus aktuellem Dokument“ auszuwählen, denn diese Punkte sind nicht vom 3D-Modell abhängig und sollen somit in keiner Referenz dazu stehen.

Die nachstehende Abbildung zeigt die unterschiedlichen Auswahlmöglichkeiten um den Eigenschaftstext zu verknüpfen, im konkreten Fall die Zeichnungsnummer.

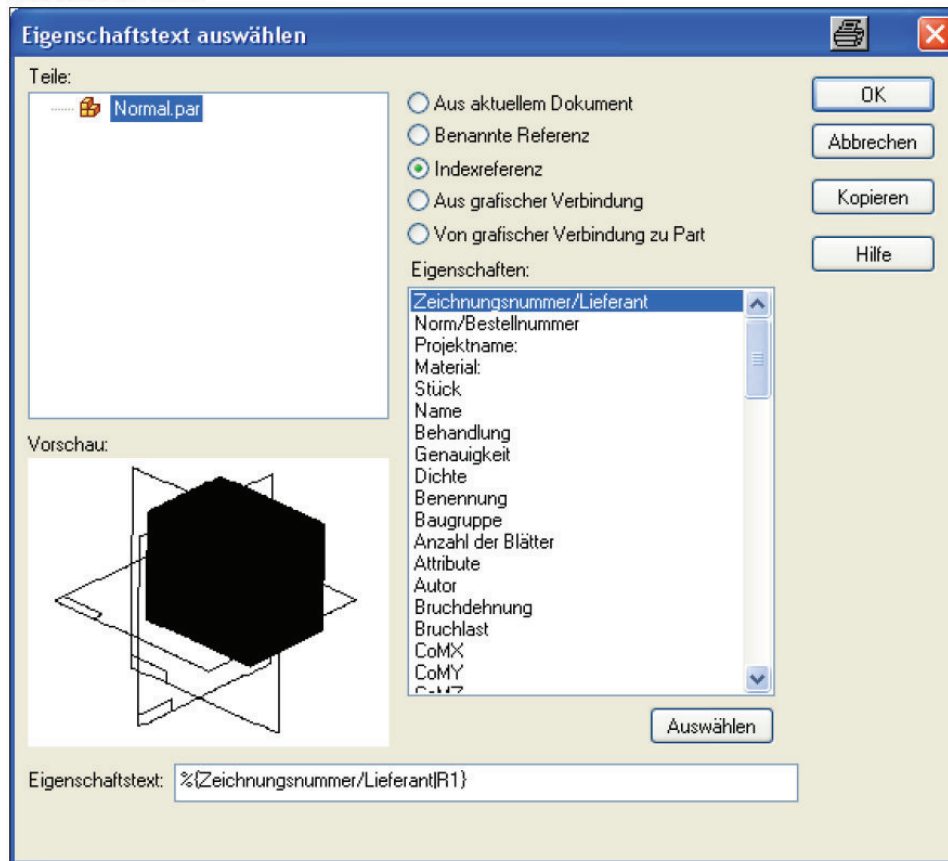


Abbildung 11: Eigenschaftstext mit Indexreferenz verknüpfen

3.1.1.2. Maßstab automatisch generieren

Bisher musste der Maßstab manuell ausgelesen werden und in jeder 2D-Zeichnung per Hand eingetragen werden. Solid-Edge selbst bietet hier keine Möglichkeit dies automatisch auszulesen und mit dem Schriftfeld zu verknüpfen.

Eine Recherche im Internet ergab, dass es sehr wohl ein nützliches Zusatzprogramm für diese Anwendung gibt.

„siritec.com“ stellen auf ihrer Homepage kleine nützliche Zusatzprogramme für das 3D-CAD-Programm Solid-Edge zur Verfügung, die die tägliche Konstruktionsarbeit damit noch ein wenig einfacher und angenehmer machen.

Das Makro "DraftScale" liest alle verwendeten Maßstäbe aus einem SolidEdge-Zeichnungsblatt aus und trägt diese in den Zeichnungskopf ein. Die untenstehende Abbildung zeigt das Anwendungsfenster von „DraftScale“.

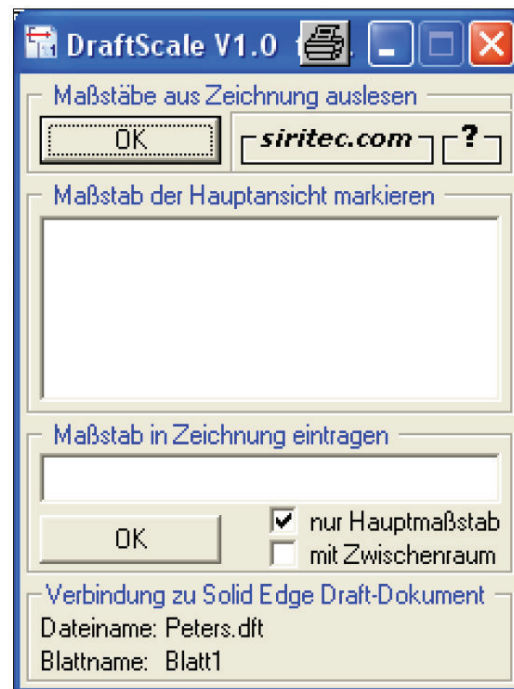


Abbildung 12: Makro „Draft Scale“ (Quelle:<http://www.siritec.com>)

Folgende Schritte sind nötig:

1. Die Funktion "Maßstäbe aus Zeichnung auslesen"

Durch klicken auf den "OK"-Button werden alle verwendeten Maßstäbe des gerade aktiven Solid-Edge Draft-Zeichnungsblattes ausgelesen und darunter angezeigt. Als nächstes muss der verwendete Hauptmaßstab in der List-Box markiert werden.

2. Die Funktion "Maßstäbe in Zeichnung eintragen"

Durch klicken auf den "OK"-Button wird der Eintrag des Textfeldes in das Hintergrundblatt der aktiven Solid-Edge Zeichnung geschrieben.

Ist der Schalter "nur Hauptmaßstab" gesetzt, wird nur der Hauptmaßstab berücksichtigt.

3.1.1.3.Formatvorlage für ein optimiertes Schriftfeld

Hier wird das Ergebnis aus den oben angeführten Schritten gezeigt und in untenstehender Abbildung dargestellt.

Kanten gebrochen!

DIESE ZEICHNUNG IST UNSER EIGENTUM Jede unerlaubte Vervielfältigung, Verwertung oder Mitteilung an dritte Personen ist strafbar. Alle Rechte sind uns vorbehalten. Copyright reserved. (Schutzvermerk nach DIN 34 beachten!)				Freimaßtol. EN 22768 "mittel" Teil 1+2		Maß stab: 1:1	Stück: Stückzahl Material: Material Behandlung: Behandlung	Oberfläche N7/ 
				2009 Bearb. Gepr. Normgip	Dat. 22.05. Ersteller	Zeichnungsnummer-Blattnummer: Zeichnungsnummer-1 Dateiname: Peters.dft		Ansicht 
				Projektname: Projektname			Blatt 1 von 2	
				Baugruppe: Baugruppe			Bl.	
				Benennung: Benennung			Computer Aided Design	
				Index Änderung Datum Name Urspr.: Ers. f.: Ers. d.:				

Abbildung 13: Formatvorlage für ein optimiertes Schriftfeld

Auffällige Änderungen gegenüber dem derzeit eingesetzten Schriftfeld sind:

- Benennung (Anlagenbezeichnung) wurde auf Projektname geändert
- Unter dem Punkt Baugruppe wurde ein neuer Text „Benennung“ eingeführt, um auch bei Einzelteilen einen Namen vergeben zu können
- Die Teilenummer wurde entfernt, da diese auf der Einzelteilzeichnung in der Zeichnungsnummer enthalten ist
- Das Textfeld „Dateiname“ wurde zusätzlich eingeführt um sofort zu erkennen, unter welchem Namen das Dokument gespeichert wurde
- Hinter der Zeichnungsnummer wurde die Blattnummer angefügt, um zu sehen ob das Dokument aus mehreren Blättern besteht.

Gegenüber dem derzeit eingesetzten Schriftfeld werden folgende Texte automatisch generiert:

- Blau gekennzeichnete Texte wurden mit dem 3D-Modell verknüpft.
- Rot gekennzeichnete Texte wurden mit dem 2D-Dokument verknüpft.
- Grün gekennzeichnete Texte wurden mit dem Makro „DraftScale“ verknüpft

3.1.2. Einführen einer neuen Stückliste

Hier ist der größte Nachteil jener, dass die Stückliste nicht direkt mit dem 3D-CAD-System erstellt wird, sondern in einem eigenen Excel-Dokument dargestellt wird. Somit kam es immer wieder dazu, dass nicht aktualisierte Stücklisten im Projektordner gespeichert wurden.

Da es im Solid-Edge die Möglichkeit gibt, Stücklisten automatisch aus Baugruppen bzw. Zusammenbauzeichnungen zu generieren, sollte dies auf alle Fälle genutzt werden um in Zukunft diese mögliche Fehlerquelle auszuschließen. Praktisch umgesetzt, kann die Stückliste auf einem zweiten Blatt in der Zusammenbauzeichnung angefügt werden um das Aussehen gleich wie bisher zu erhalten, allerdings wird keine eigene Excel-Datei erstellt.

Somit wird die Stückliste automatisch mit der jeweiligen Zusammenbauzeichnung aktualisiert und es kann gewährleistet werden, dass geänderte Informationen auch in der Stückliste ausgebessert werden.

Abbildung 14: Formatvorlage für eine optimierte Stückliste

3.1.3. Verbesselter Zeichnungsnummernzyklus

Die bisherige Zeichnungsnummerngestaltung erwies sich in der Vergangenheit als sehr praktikabel und sollte deshalb auch in ähnlicher Form beibehalten werden.

Aufgrund der Integration der Stückliste in der Solid-Edge Zusammenbauzeichnung ergibt sich folgende Anpassung der Zeichnungsnummer:

XXX-A-Z1-1.....Zusammenstellungszeichnungen..... Z1-1, Z2-1, ...

XXX-A-Z1-2..... Stückliste mechanisch (Sonder- u. Normteile)...Z1-2, Z2-2, ...

Weiters ist es durch die automatischen Stücklistengenerierung in Solid-Edge nicht mehr notwendig, manuell eine Teilenummer einzutragen. Diese wird nun automatisch vom System her aufsteigend vergeben, deshalb wurde das Textfeld „Teilenummer“ im Schriftfeld in das Feld Zeichnungsnummer miteinbezogen.

Als weitere Verbesserung kann die Unterscheidung der Zeichnungsnummern-Endung zwischen Sonderteil und Zukaufteil fallen gelassen werden. Um trotzdem eine übersichtliche Stückliste zu erhalten, ist es in Solid-Edge möglich, die Stücklistenansicht nach der Spalte „Zeichnungsnummer“ bzw. „Lieferant“ zu sortieren. Durch diese Einstellung wird wie bisher mit der Positionsnummer 01 als Sonderteil begonnen und nach Ende der Sonderteile beginnen weiter die aufsteigenden Nummern der Zukaufteile.

3.2. Qualitätsmanagement

3.2.1. Prozessfestlegung

Die Prozessfestlegung ist notwendig, damit jeder einzelne Mitarbeiter im Unternehmen weiß wie ein Projekt bzw. Auftrag abzuwickeln ist. Weiters dient sie vor allem neuen Mitarbeitern dazu sich einen Überblick verschaffen zu können, mit dem Ziel, alle Projekte möglichst einheitlich abzuarbeiten. Es wird hier klar definiert wer was zu tun hat. Somit sollte ein Auftrag effizient abgewickelt werden können.

3.2.1.1. Prozessstart und Prozessende

Mit Projektstart werden die ersten offiziellen internen und externen Aktivitäten im Rahmen der Projektabwicklung bezeichnet. Der Projektstart sollte terminlich, personell und fachlich gut organisiert sein.

(Vgl. Klose 2002: Seite 71)

Für einen eindeutigen Projektabschluss beim Auftraggeber spricht, dass dieser einen Teil des Honorars erst dann begleicht, wenn er bestätigt, dass alle Leistungen erbracht wurden. Nach Abgabe des Endberichtes sollte noch Zeit für eine geordnete Ablage und Projektauswertung eingeplant werden, um auch intern den größtmöglichen Nutzen aus dem Projekt zu ziehen.

(Vgl. Klose 2002: Seite 181)

Oft ist nicht klar wann ein Projekt beginnt und wann ein Projekt endet. In der Vergangenheit hat dies immer wieder zu Problemen geführt, da man Aufträge schon entgegengenommen hat ohne sich vorher Gedanken über Termine oder auch die Machbarkeit des Auftrages zu machen.

Um Projektstart und Projektende eindeutig zu definieren wird die Kundenanfrage als Prozessstart und die Fertigstellung der Konstruktion bzw. Dokumentation als Prozessende definiert.

3.2.1.2. Prozessverantwortliche

Um einen reibungslosen Projektverlauf gewährleisten zu können, ist es unbedingt notwendig, dass es für alle Prozessbeteiligten klar ersichtlich ist, wer wofür zuständig ist und über welchen Zeitraum sich das Projekt erstreckt. Um bei eventuellen Personalausfällen einen reibungslosen Projektverlauf sicherstellen zu können, müssen auch Vertretungen mit Namen und Verantwortung klar im Projektdatenblatt fixiert werden.

Bei jedem Auftrag muss ein Verantwortlicher und somit Ansprechpartner für den Kunden bestimmt werden. In den meisten Fällen ist das der Abteilungsleiter.


Bei bestimmten Aufträgen z.B. Änderungsaufträgen ist es aber sinnvoll dem Mitarbeiter diese Verantwortung zu übertragen, wobei der Abteilungsleiter sehr wohl über den Status eines Auftrages bescheid wissen muss.

Somit unterscheidet man zwischen:

- Hauptverantwortlich: Abteilungsleiter
- Nebenverantwortlich: Mitarbeiter

Die nächste Abbildung zeigt ein Projektdatenblatt wie es bei Peters Engineering verwendet wird. Im Stammbblatt sind alle wesentlichen Eckdaten des Projektes zusammengefasst. Es hat die Aufgabe, alle maßgebenden Rahmenbedingungen des Projektes in knapper Form wiederzugeben. Dies hat den Vorteil, dass auch ein Außenstehender z.B. ein Kollege oder eine Vertretung schnell informiert ist.

(Vgl. Klose 2002: Seite 18)



PROJEKTNAME

Projektort: _____

Auftragsnummer: _____

Auftraggeber: _____

Projektbeginn: _____

Projektende: _____

Projektverantwortlicher: _____
(Vertretung) _____

Verantwortlich-Konstruktion: _____
(Vertretung) _____

Verantwortlich-Software: _____
(Vertretung) _____

Verantwortlich-Mechanik: _____
(Vertretung) _____

Verantwortlich-Elektrik: _____
(Vertretung) _____

Seite 1 von 1

Abbildung 15: Projektdatenblatt bei Peters Engineering

3.2.2. Prozessdefinition

3.2.2.1. Ziel

Das Ziel dieser Prozessanweisung ist es, dass durch einen einheitlichen Ablauf in der Konstruktion alle Aufträge qualitäts- termin- und kostengerecht abgearbeitet werden können. Die folgende Abbildung veranschaulicht diese Ziele.

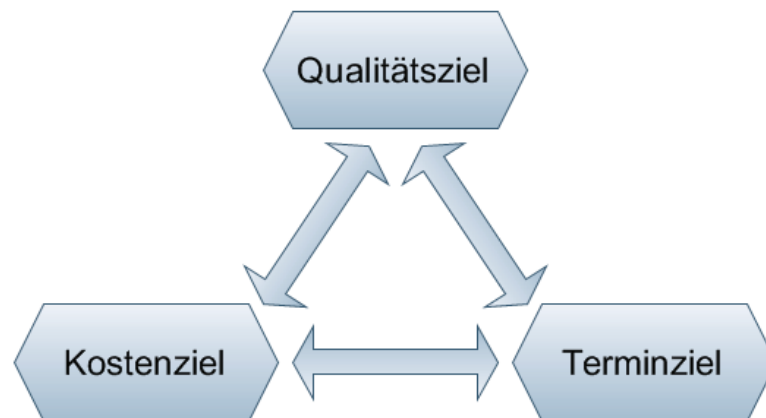


Abbildung 16: Ziele der Prozessanweisung

3.2.2.2. Zweck

Der Zweck dieser Prozessanweisung ist es, den Ablauf der Konstruktion zu Vereinheitlichen, damit Aufträge schnell und effizient erledigt werden können.

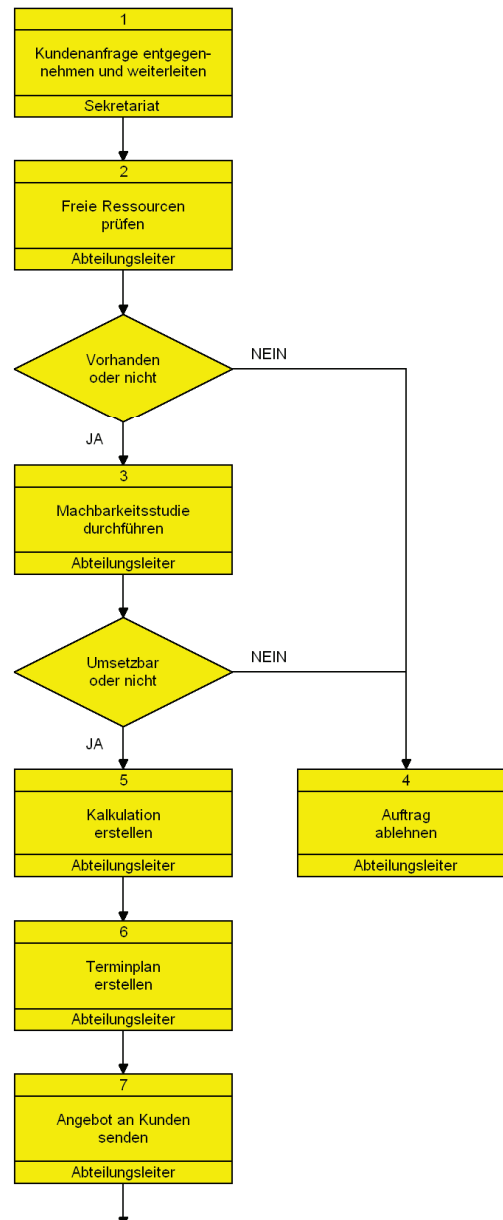
3.2.2.3. Kritische Erfolgsfaktoren

Wichtige Punkte für den Erfolg eines Projektes sind:

- Hard- und / oder Software
- Know How der Mitarbeiter
- Schlecht durchgeführte Machbarkeitsstudie
- Schlecht durchgeführte Terminplanung

3.2.3. Konstruktionsprozess

3.2.3.1. Prozess (Flowchart)



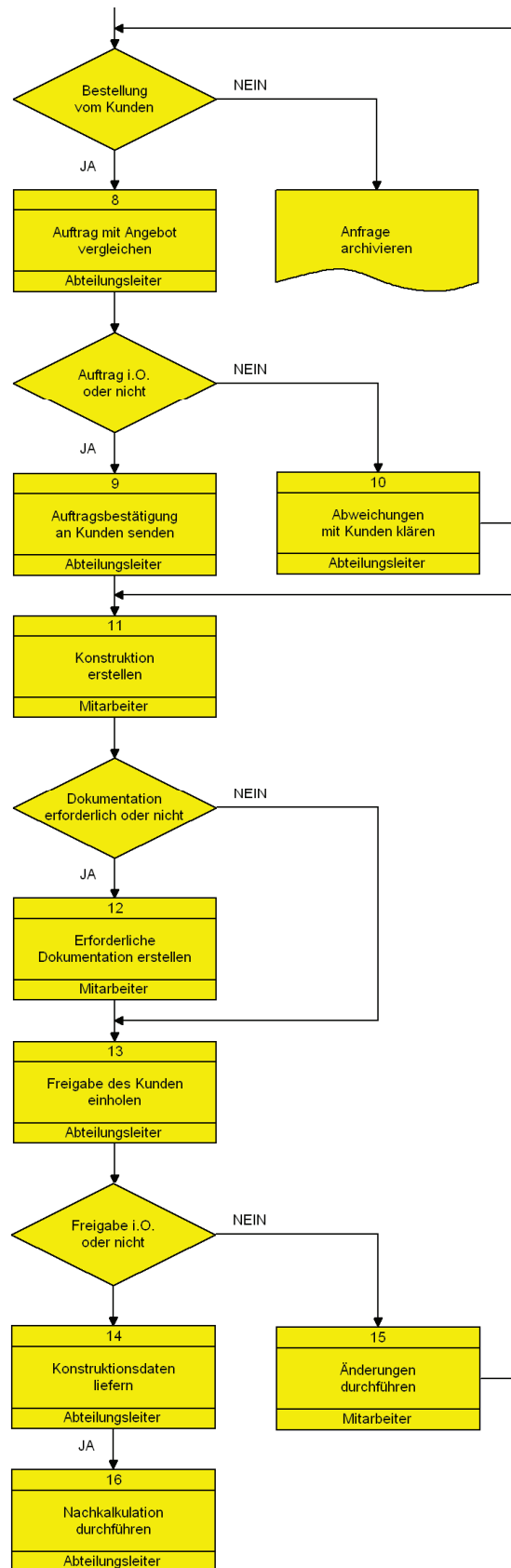


Abbildung 17: Konstruktionsprozess bei Peters Engineering

3.2.3.2. Prozesserläuterung

1. Kundenanfrage entgegennehmen und weiterleiten

Verantwortlich: Sekretariat

Anfragen jeglicher Art werden entgegen genommen und in einer Übersichtsliste eingetragen.

2. Freie Ressourcen prüfen

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Es ist bei der ersten Durchsicht der Kundenanfrage zu prüfen ob alle notwendigen Ressourcen zur Realisierung für den benötigten Zeitraum vorhanden sind.

3. Machbarkeitsstudie durchführen

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Bei der Machbarkeitsstudie ist die technische Realisierung zu prüfen.

4. Auftrag ablehnen

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Ist die Ressourcenprüfung und / oder die Machbarkeitsprüfung negativ ausgefallen so ist die Kundenanfrage abzulehnen. Die Ablehnung der Anfrage ist in der Übersichtsliste Kundenanfragen zu vermerken.

5. Kalkulation erstellen

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Die Kalkulation ist so genau wie möglich zu erarbeiten, denn daraus ergeben sich die Angebotspreise.

6. Terminplan erstellen

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Es ist die Terminplanung durchzuführen wo Meilensteine (z.B.: Freigaben) definiert werden.

7. Angebot an Kunden senden

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Die Inhalte und Preise für das Angebot werden vom Abteilungsleiter an das Sekretariat weitergeleitet. Die Angebotsnummer wird vom Sekretariat vergeben und in der Übersichtsliste Kundenanfragen vermerkt. Jedes Angebot ist an den Ansprechpartner beim Kunden und an den zuständigen Einkauf zu senden.

8. Auftrag mit Angebot vergleichen

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Jeder Auftrag ist vor der Annahme auf Richtigkeit und Vollständigkeit mit dem gestellten Angebot zu vergleichen.

9. Auftragsbestätigung an den Kunden senden

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Der Abteilungsleiter hat das Sekretariat zu informieren, dass der Auftrag übernommen werden kann. Das Sekretariat erstellt eine Auftragsbestätigung. Jede Auftragsbestätigung ist an den Ansprechpartner beim Kunden und an den zuständigen Einkauf zu senden.

10. Abweichungen mit Kunden klären

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Mögliche Abweichungen sind vor der Zusendung der Auftragsbestätigung mit dem Kunden zu klären.

11. Konstruktion erstellen

Verantwortlich: Mitarbeiter

Die Konstruktion ist nach den Kundenvorgaben zu erstellen, die Kennzeichnung der Dateien wird nach externen oder internen Konstruktionsrichtlinien durchgeführt.

12. Dokumentation erstellen

Verantwortlich: Mitarbeiter

Die Dokumentation ist nach den Kundenvorgaben zu erstellen.

13. Freigabe des Kunden einholen

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Bei den, im Terminplan fixierten Meilensteinen sind die Freigaben einzuholen.

Es werden folgende Arten von Freigaben unterschieden:

- Fortschrittsfreigabe

Diese Art der Freigabe wird bei längerfristigen Aufträgen benötigt.

- Endfreigabe (Konstruktionsfreigabe)

Die Endfreigabe ist bei jedem Auftrag einzuholen.

14. Konstruktionsdaten liefern

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Sobald die Endfreigabe vom Kunden erteilt wurde sind die vereinbarten Daten zu liefern

15. Änderungen durchführen

Verantwortlich: Mitarbeiter

Sämtliche Änderungen bei der Fortschritts- oder Endfreigabe werden mit dem Kunden gemeinsam entschieden. Die Umsetzungstermine der einzelnen Maßnahmen sind nach Priorität und Arbeitsaufwand festzulegen.

16. Nachkalkulation durchführen

Verantwortlich: Abteilungsleiter

Nach Abschluss des Auftrages wird der Aufwand mit den Auftragskosten verglichen und allen beteiligten Mitarbeitern mitgeteilt (positives oder negatives Ergebnis)

3.2.4. Konstruktions-FMEA

3.2.4.1. Notwendigkeit einer Konstruktions-FMEA

Die Fehler- Möglichkeits- und Einfluss-Analyse, kurz FMEA genannt, ist eine Methode, die sich mit der Erkennung und Behandlung von potentiellen Fehlern in der Entwicklungsphase eines Produktes (Konstruktions- FMEA) beschäftigt. Im Rahmen des Qualitätsmanagements wird die FMEA verwendet, um das entstehende Risiko durch das Auftreten von Fehlern zu minimieren. Dabei werden potentielle Fehler in Systemen analysiert und Maßnahmen definiert, um diese so früh wie möglich zu entdecken.

In der Phase der Produktentwicklung werden ca. 60-80% der Produktkosten, der Produktqualität und damit verbundenen Qualitätsmerkmale des künftigen Produktes festgelegt. Fehler und Unzulänglichkeiten in der Entwicklung und Konstruktion treten oft erst in den folgenden Phasen der Produktentstehung in Erscheinung.

Deshalb wird der Fehlervermeidung bereits in der Konstruktion eine besondere Bedeutung beigemessen.

(Vgl. Prof. Dr.-Ing. G. Gebhardt, Skriptum Qualitätssicherung 2008: Seite 20)

Im Zuge der Konstruktions-FMEA werden einzelne Produkte oder Bauteile auf potentielle Schwachstellen in der Gestaltung oder Auslegung analysiert. Die Untersuchungen zur Vermeidung von Entwicklungsfehlern bzw. konstruktiv beeinflussbaren Prozessfehlern basieren auf Stücklisten und Konstruktionszeichnungen. Das Ziel der Analyse ist ein aus konstruktiver Sicht einwandfreier Entwurf, bei dem alle denkbaren Fehler berücksichtigt wurden und deren Eintreten durch geeignete Maßnahmen verhindert wird. Das Ergebnis der Konstruktions-FMEA sollte ein fehlerfreies Produkt sein.

(Vgl. Tietjen 2003: Seite 26)

Der Zusammenhang zwischen den Kosten für die Beseitigung von Fehlern und dem Zeitpunkt der Entdeckung ist in der unten dargestellten Grafik abgebildet. Die Zehnerregel besagt, dass sich die Kosten von einem Prozessschritt zum nächsten verzehnfachen. Aus diesem Grund folgt die FMEA der Idee einer präventiven Fehlerverhütung anstelle einer nachträglichen Erkennung bzw. Korrektur.

(Vgl. Tietjen 2003: Seite 41)

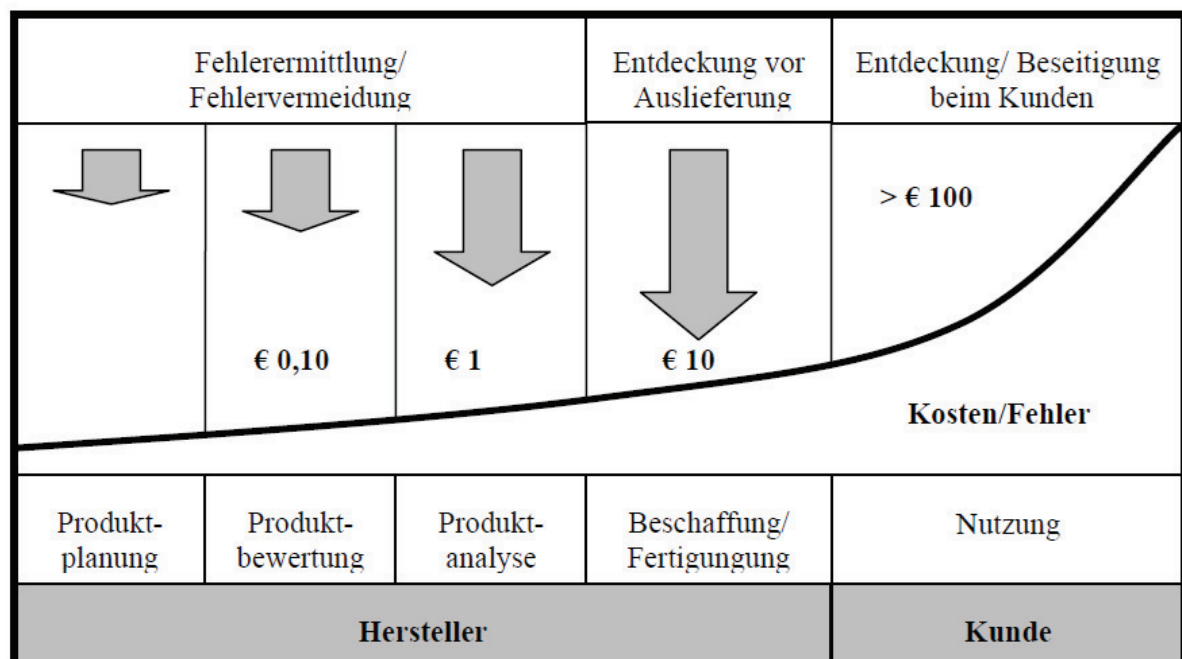


Abbildung 18: Die Zehnerregel der Fehlerkosten (Quelle: Tietjen, Seite 41)

Zur Erreichung dieser Zielsetzung ist es sinnvoll geeignete Maßnahmen bereits in den frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses zu setzen. Im Rahmen von Entwicklung, Konstruktion und Planung wird vor allem bei Neuentwicklungen von Produkten, Sicherheitsteilen oder neuen Fertigungsverfahren bzw. Änderungen von Prozessen besonderes Augenmerk auf die Entstehung und Vermeidung von Fehlern gelegt.

(Vgl. Kamiske 2006: Seite 73)

3.2.4.2. Arbeitsschritte einer Konstruktions-FMEA

Die Durchführung der FMEA folgt einer vorgegebenen Systematik, bei der die Ergebnisse in schriftlicher Form festgehalten werden. Die folgende Abbildung zeigt das verwendete Schema welches in fünf Blöcke unterteilt werden kann.

(Vgl. Kamiske 2006: Seite 75)



Abbildung 19: Arbeitsschritte der FMEA

Die einzelnen Abläufe sind folgende:

- **Systembeschreibung**

Im ersten Schritt erfolgt die Abgrenzung und Beschreibung des Systems sowie aller Abläufe. Es kommt zu einer Gliederung in einzelne Systemelemente (Baugruppen und Bauteile).

Je nach Zielsetzung und Entwicklungsphase werden die Elemente des Systems bis hin zu den Eigenschaften einzelner Bauteile des Produktes bzw. der Maschinen und Werkzeuge detailliert.

- **Fehleranalyse**

Bei der Fehleranalyse werden den einzelnen Systemelementen potentielle Fehler zugeordnet, die als Einschränkung oder Nichterfüllung von Systemfunktionen definiert sind. Bei der Aufnahme der Fehler kommt es vor allem auf die Behandlung aller vorstellbaren Fehlerarten und nicht deren Auftretswahrscheinlichkeit an. Jeder identifizierte Fehler wird auf seine Auswirkung auf angrenzenden Systemelemente bzw. das Gesamtsystem untersucht. Das wichtigste Ergebnis der Analyse der Fehlerfolge ist die Auswirkung des Fehlers auf den Endbenutzer des Produktes.

Im letzten Schritt der Fehleranalyse werden alle denkbaren Ursachen, die zu dem beschriebenen Fehler führen können dokumentiert. Anschließend werden Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Entdeckung der einzelnen Fehler und deren Ursachen aufgelistet.

Zur Ermittlung der potentiellen Fehler und ihrer Ursachen und Auswirkungen ist viel Erfahrung aus verschiedenen Fachdisziplinen erforderlich.

- **Risikobeurteilung**

Bei der Risikobeurteilung werden die Wahrscheinlichkeiten für:

- das Auftreten des Fehlers (A)
- die Bedeutung der Folgen für den Kunden (B)
- der Entdeckung des Fehlers vor Auslieferung (E)

der einzelnen Fehler ermittelt.

Diese Bewertung der Fehler wird mit Hilfe der Risikoprioritätszahl RPZ berechnet:

(Vgl. Kamiske 2006: Seite 75)

$$\mathbf{RPZ = A * B * E}$$

Zur Risikobeurteilung der jeweiligen Punkte dient eine Skala von 1 (kein Risiko) bis 10 (hohes Risiko), aus denen die Risikoprioritätszahl RPZ berechnet wird. Der Wertebereich, der als Rangfolge für eventuelle Gegenmaßnahmen dient, liegt dadurch zwischen 1 und 1000. Übersteigt die Risikoprioritätszahl einen vorgegebenen Wert (RPZ >125) sollten Verbesserungsmaßnahmen getätigt werden.

- **Risikominimierung**

Maßnahmen zur Verringerung der Risikoprioritätszahl sollten auf Fehlervermeidung statt auf Fehlerendeckung zielen. Die Optimierungsreihenfolge sollte gemäß dem Pareto-Prinzip erfolgen, welches besagt, dass man mit der Lösung von 20% der Probleme bereits 80% des Erfolgs erzielen kann. Mit der Reihung der einzelnen Fehlermöglichkeiten können vorhandene Ressourcen optimal eingesetzt werden.

(Vgl. Eversheim 2000: Seite 99)

- **Ergebniskontrolle- und Beurteilung**

Die Bewertung der Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen zur Verringerung von Fehlern erfolgt mit Hilfe einer weiteren Risikobeurteilung. Die Risikoprioritätszahl vor der Verbesserung wird danach mit der Risikoprioritätszahl des verbesserten Systems verglichen.

Am Ende der Durchführung werden die ausgefüllten FMEA-Formblätter zu Dokumentationszwecken archiviert, um jederzeit Zugriff auf die Ergebnisse der Untersuchungen zu haben und das Wissen im Unternehmen weitergeben zu können.

Das FMEA-Formblatt lässt sich entsprechend seiner Funktionen in vier Bereiche aufteilen:

- Stammdaten der FMEA
- Risikoanalyse
- Risikobewertung
- Risikominimierung

(Vgl. Prof. Dr.-Ing. G. Gebhardt, Skriptum Qualitätssicherung 2008: Seite 23)

Ein Beispiel für ein FMEA-Formblatt ist in folgender Abbildung dargestellt.

Konstruktions- komponente	Nr.	Mögliche Fehler			Derzeitiger Zustand				Empfohlene Abstellmaß- nahmen	Verantwort- lichkeit	Verbesserter Zustand							
		Art	Auswirkung	Ursache	Kontrollmaß- nahmen	A	B	E			RPZ	Gedroffene Maßnahmen	A	B	E	RPZ		
Prozessablauf System- komponente																		

Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Fehlers (Fehler kann vorkommen) unwahrscheinlich = 1 sehr gering = 2 – 3 gering = 4 – 6 mäßig = 7 – 8 hoch = 9 – 10	Bedeutung des Fehlers (Auswirkungen auf den Kunden) kaum wahrnehmbare Auswirkungen = 1 unbedeutender Fehler, geringe Belästigung des Kunden = 2 – 3 mäßig schwerer Fehler = 4 – 6 schwerer Fehler, Verärgerung des Kunden = 7 – 8 äußerst schwerwiegender Fehler = 9 – 10	Wahrscheinlichkeit der Entdeckung des Fehlers (vor Auslieferung an den Kunden) hoch = 1 mäßig = 2 – 3 gering = 4 – 6 sehr gering = 7 – 8 unwahrscheinlich = 9 – 10
--	---	---

Abbildung 20: FMEA-Formblatt (Quelle: Kamiske, Seite 74)

3.2.4.3. Vorgehensweise einer Konstruktions-FMEA

Zur Erstellung einer FMEA wird ein FMEA-Team gebildet, das aus Mitarbeitern aller betroffenen Abteilungen besteht, um eine gemeinsame Betrachtung aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu gewährleisten (siehe Abbildung unten). Eine wichtige Rolle spielt in diesem Prozess der Moderator bzw. Teamleiter, der alle Ergebnisse zusammenführen und dokumentieren muss. Anhand eines FMEA-Formblatts soll das Team folgende Fragen beantworten:

(Vgl. Tietjen 2003: Seite 26)

- Wo könnte ein Fehler auftreten?
- Wie würde sich der Fehler äußern?
- Was für eine Fehlerfolge könnte sich einstellen?
- Warum kann der Fehler auftreten?

Stamm-Team		
Moderator (Projektleiter)	Konstrukteur	Anlagenmonteur
Zeitweise beteiligt		
Fertigungstechniker	QS-Beauftragter	Technischer Verkauf
Vertreter-Kunde	Vertreter-Lieferanten	Technischer Einkauf

Abbildung 21: FMEA-Team Peters Engineering

Es ist besonders wichtig, dass die FMEA während der Produktentwicklung miteinbezogen und nicht im Nachhinein abgearbeitet wird. Damit sich der gewünschte Erfolg einstellt, muss gewährleistet sein, dass die FMEA von allen Mitwirkenden akzeptiert und auch verstanden wird.

Güte und Erfolg einer FMEA sind vom Fachwissen der Gruppe abhängig!

3.2.4.4. Vergleich Nutzen / Aufwand

Um den gewünschten Nutzen aus einer FMEA zu erhalten, ist natürlich auch ein gewisser Aufwand nötig.

Folgende Bedenken (Nachteile) sind bei Anwendung einer FMEA zu berücksichtigen:

- Hoher Arbeitsaufwand bei der Durchführung der FMEA
- Konsequenter und gezielter Einsatz der FMEA erforderlich
- Benutzung vieler Formblätter (Gefahr des Bürokratismus)
- Ausreichende Schulung und Motivation der Mitarbeiter
- Vorteile der FMEA-Methode treten erst mittel- oder langfristig zu Tage

Dem hohen Aufwand bei der Durchführung einer FMEA steht folgender Nutzen (Vorteile) gegenüber:

- Verbesserung der Kundenzufriedenheit aufgrund höherer Produktqualität
- Kostenreduktion aufgrund geringerer Gewährleistungsansprüche
- Dokumentation der Qualitätssicherungsmaßnahmen
- Mitarbeiter Know-how wird schriftlich festgehalten
- Weniger Ausschuss und Nacharbeit
- Weniger Änderungen in der späteren Realisierungsphase
- Optimales Zusammenwirken von verschiedenen Fachbereichen
- laufend aktualisierbar
- Einfache Systematische Vorgehensweise durch Formblätter
- Aufdecken neuer Zusammenhänge und Fehlerquellen
- auf jede Prozessart anwendbar
- Erarbeitete Punkte können auf ein ähnliches Produkt angewendet werden

3.2.4.5.FMEA-Umsetzungsbeispiel

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Auszug einer Konstruktions-FMEA bei einer Montagelinie. Das Bauteil „Hubmagnet EHS“ soll von einer Position mittels Pneumatikgreifer in die Prüfposition umgesetzt werden. Der Hubmagnet besteht unter anderem aus einem Gehäuse, welches wiederum aus 2 Platten und einem Verbindungsrohr zusammengestellt ist, und einer Litze mit darauf befestigtem Stecker, welches sich aus einem Steckergehäuse und zwei Kontakten zusammensetzt. Das Bauteil wird manuell in eine Bauteilaufnahme, welche auf einem Werkstückträger montiert ist, eingelegt und ist mittels Aufnahmestiften positioniert.

APIS Informationstechnologien GmbH		FMEA Konstruktion						Nummer: 1.4 Seite: 1/2	
Typ/Modell/Fertigung/Charge: Montagelinie				Sachnummer: Maßnahmenstand:		Verantwortlich: Firma:		Erstellt: 15.05.2009	
FMEA/Systemelement: Hubmagnet umsetzen				Sachnummer: Maßnahmenstand:		Verantwortlich: Firma:		Erstellt: 15.05.2009 Verändert: 18.05.2009	
Fehlerfolge	B	K	Fehlerart	Fehlerursache	Vermeidungsmaß- nahme	A	Entdeckungsmaß- nahme	E	RPZ V/T
Systemelement: Hubmagnet umsetzen									
Funktion: Hubmagnet in Prüfposition bringen									
<input checked="" type="checkbox"/> Kundenreklama- tion	8		Litze beschädigt	<input checked="" type="checkbox"/> Kollision beim Um- setzen	Maßnahmenstand - Anfang: 18.05.2009				
					Versuch anhand ein- es Musterwerkstück- trägers	4	Überprüfung bei Anla- genabnahme	2	64
<input checked="" type="checkbox"/> Kundenreklama- tion	8		Platte beschädigt, Montageproblem Kunde	<input checked="" type="checkbox"/> Bauteilaufnahme falsch ausgelegt	Maßnahmenstand - Anfang: 18.05.2009				
					Verwendung von ge- schliffenen Aufnah- mestiften	5	Überprüfung bei Anla- genabnahme	2	80
<input checked="" type="checkbox"/> Kundenreklama- tion	8		Kontakte MQS - für EHS beschädigt	<input checked="" type="checkbox"/> Kontaktierung un- zureichend ausgelegt	Maßnahmenstand - Anfang: 18.05.2009				
					Toleranzrechnung	4	Überprüfung bei Anla- genabnahme	2	64
<input checked="" type="checkbox"/> Kundenreklama- tion	8		Steckergehäuse MQS - für EHS be- schädigt	<input checked="" type="checkbox"/> Bauteilgreifer un- zureichend ausgelegt	Maßnahmenstand - Anfang: 18.05.2009				
					formschlüssige Ver- bindung wählen, Tole- ranzbetrachtung, ev. gummierte Backenbe- schichtung	4	Überprüfung bei Anla- genabnahme	2	64
<input checked="" type="checkbox"/> Ausschuss	4		Bauteilpositionen un- definiert	<input checked="" type="checkbox"/> Bauteil von Grei- fer verloren	Maßnahmenstand - Anfang: 18.05.2009				

Abbildung 22: Auszug einer FMEA bei Peters Engineering

Die unterschiedlichen Fehlerarten wurden vom Team bewertet und daraus ergeben sich die dazugehörigen Risikoprioritätszahlen. Bei Peters Engineering wird ab $RPZ > 80$ eine Verbesserungsmaßnahme eingeleitet.

3.2.5. Poka-Yoke System

Unbeabsichtigte Fehlhandlungen wie Vertauschen, Vergessen oder Fehlinterpretationen sind menschlich und beeinflussen die Produktqualität. Ziel von Poka-Yoke ist zu verhindern, dass aus diesen menschlichen Fehlhandlungen Fehler am Produkt entstehen.

Die sogenannte „Poka-Yoke“ Methode wurde im Jahre 1961 vom japanischen Toyota-Qualitätsingenieur Shigeo Shingo entwickelt.

Japanische Firmen hatten in den 50er und 60er Jahren in zunehmendem Maße Probleme mit ihren Produkten auf den amerikanischen und europäischen Märkten bestehen zu können.

Mit Hilfe einer genialen Qualitätskampagne schaffte es die japanische Wirtschaft, in den 70er und 80er Jahren erneut eine hohe Marktakzeptanz zu erreichen.

Durch intensive Bemühungen wurden nicht nur die Qualität der Produkte in entscheidendem Maße verbessert, sondern auch Methoden im Hinblick auf eine ganzheitliche Qualitätsbetrachtung entwickelt oder zur Anwendungsreife gebracht.

Die von Dr. Shingo angestrebte Null-Fehler-Produktion basiert auf drei Komponenten:

1. Ursachenanalyse:

Überprüft und entdeckt werden mögliche Fehlhandlungen, nicht erst die daraus resultierenden Fehler. Die erkannten Fehlhandlungen können so noch „im Entstehen“ vermieden werden, bevor daraus Fehler resultieren. Dadurch ist eine vollständige Vermeidung von Fehlern möglich.

2. 100 % Prüfung:

Mit einfachen und kostengünstigen Einrichtungen (dem eigentlichen „Poka-Yoke“) werden Fehlhandlungen noch im selben Prozessschritt entdeckt. Durch die Einfachheit der Einrichtungen ist es auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich, jedes einzelne Teil und nicht nur Stichproben zu überprüfen.

3. Sofortige Korrekturmaßnahmen:

Möglichst kurze Reaktionszeit vom Entdecken der Abweichung bis zum Einleiten der erforderlichen Korrekturmaßnahmen.

3.2.5.1. Poka-Yoke Grundlagen

Im Japanischen bedeutet Poka-Yoke für das Vermeiden unbeabsichtigter Fehlhandlungen was zu Beginn unter „Baka-yoke“ bekannt war und übersetzt „Narrensicher“ bedeutet. Da die Mitarbeiter diesen Begriff als ihnen gegenüber abfällig empfanden, wurde der Begriff in Poka-Yoke umgewandelt.

Poka bedeutet der unbeabsichtigte Fehler oder Lapsus
Yoke bedeutet die Vermeidung

Laut Dr. Shigeo Shingo, dem Erfinder der Methode, liegt „die Ursache für Mängel in den Fehlern der Arbeiter“.
(vgl. Trücher 2008, Seite 4-7)

Dr. Shingo formuliert 8 Poka Yoke Grundsätze:

1. Baue Qualität in die Prozesse ein.

Auch durch begangene Fehlhandlungen dürfen keine fehlerhaften Produkte entstehen. Ermöglicht wird dies durch eine 100%-Prüfung mittels Poka Yoke Maßnahmen in Vorrichtungen und Prozessen.

2. Alle versehentlichen Fehlhandlungen lassen sich verhindern.

Wir müssen vom Grundsatz ausgehen, dass Fehlhandlungen nicht unvermeidlich sind. Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg!

3. Höre auf es weiter falsch zu machen und beginne sofort damit es richtig zu machen.

Aussagen wie „Wir wissen dass es so nicht richtig ist, aber ...“ lösen nicht das Problem.

4. Suche nicht nach Entschuldigungen, sondern überlege, wie man es richtig machen kann.

Überlegungen, wie die Prozesse verbessert werden können, sind besser als Ausreden.

5. Eine Erfolgswahrscheinlichkeit > 50 % ist gut genug – setze Deine Idee sofort um.

Strebe bei Verbesserungen nicht nach sofortiger Perfektion. Analysiere die Ursache und finde eine einfache Lösung. Wenn die Lösung eine mehr als 50%-ige Erfolgswahrscheinlichkeit hat, setze sie sofort um. Mit den dabei gewonnenen Erfahrungen kann die Lösung später noch weiter verfeinert werden.

6. Fehlhandlungen und Fehler können auf Null reduziert werden, wenn alle zusammenarbeiten.

Eine Null Fehler Produktion kann nicht von einer Person allein erreicht werden. Vielmehr müssen alle Mitarbeiter im Unternehmen zusammenarbeiten, um Fehlhandlungen und Fehler zu vermeiden.

7. Zehn Köpfe sind besser als einer.

Die Ideen jedes Einzelnen sind wichtig, aber das Wissen und die Kreativität von zehn Leuten sind noch wertvoller. Teamarbeit ist der Schlüssel zu effektiven Verbesserungsideen.

8. Suche nach der eigentlichen Ursache – frage mindestens fünfmal „warum“ und dann einmal „wie“

Wenn ein Fehler auftaucht, fordere keinen zusätzlichen Prüfer an. Suche stattdessen die eigentliche Wurzel des Problems um sicherzustellen, dass die anschließend festzulegenden Gegenmaßnahmen das Problem auch wirklich lösen. Frage „Warum trat der Fehler auf?“ und auf die Antwort wieder „Warum?“. Frage mindestens fünfmal „Warum?“ um bis zur Wurzel des Problems vorzustoßen. Frage erst dann „Wie kann man das lösen?“ und setze die so gefundene Lösung um.

(vgl. Dipl.-Wirtschafts-Ing. (FH) Stefan Häck, 2007, Seite 46-47)

3.2.5.2. Die Poka-Yoke Grundsätze in der Produktentwicklung

„Die Grundsätze sind vereinfacht ausgedrückt:

1. Es wird nur das erarbeitet, was benötigt wird und nur zu dem Zeitpunkt, wann es benötigt wird. Das gilt für die Produktionsmenge, für die Ablauforganisation und für die Produkteigenschaften. Alles andere ist Verschwendung.
➔ Abnehmerorientierte, lagerlose Produktion (Durchlaufzeit)
 2. Zu jedem auftretenden Fehler werden mit hoher Priorität die Ursachen gesucht und Lösungen erarbeitet, um den Fehler zu beseitigen.
➔ Fehlerfreie Produktion (Produktqualität)
 3. Varianten müssen schnell und ohne erhebliche Störung des Produktionsflusses möglich sein.
➔ Optimale Produktion (Funktionale Flexibilität)
- (Dipl.-Wirtschafts-Ing. (FH) Stefan Häck, 2007, Seite 21)

3.2.5.3. Qualität einer Poka-Yoke Lösung

Die nachfolgende Abbildung zeigt ein typisches Beispiel dafür, wie Poka-Yoke bei der Firma Peters Engineering in die Praxis umgesetzt wird.

Eine Bauteilhorde (rot dargestellt) lässt sich nur in einer Position in die Bauteilaufnahme (silber dargestellt) einlegen. Die Geometrie der Bauteilhorde wurde nicht quadratisch sondern rechteckig ausgeführt um die möglichen vier Einlegepositionen auf zwei einzuschränken. Um nur die gewünschte Einlegeposition zu gewährleisten, wurde auf der linken Seite der Bauteilaufnahme ein Zentrierstift eingesetzt und die Bauteilhorde auf der gleichen Position mit einer Bohrung versehen. Somit kann die Bauteilhorde nur mehr so eingelegt werden, dass die Bohrung der Bauteilhorde genau und die Position des Zentrierstiftes der Bauteilaufnahme übereinstimmen.

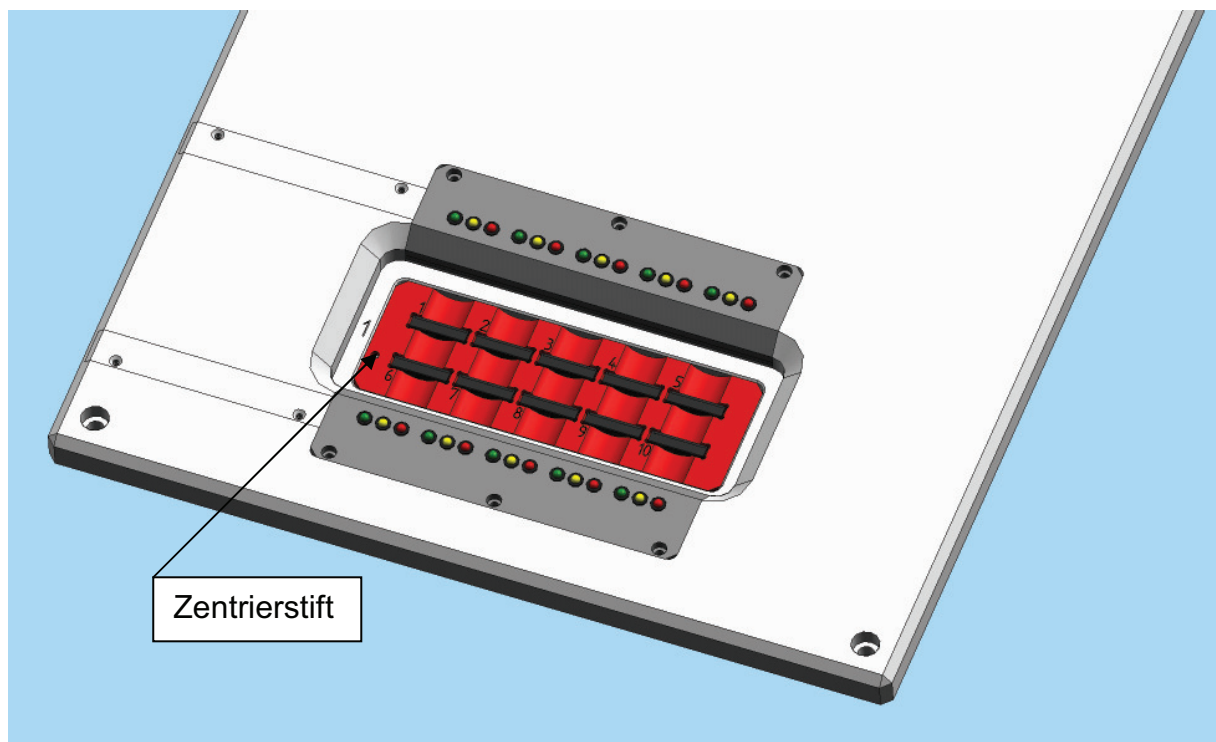


Abbildung 23: Beispiel des Poka-Yoke Systems bei Peters Engineering

Wie das Beispiel belegt, handelt es sich um durchwegs simple Maßnahmen von geringem Umfang und Aufwand, um „Narrensicherheit“ gewährleisten zu können. Allerdings müssen vor der Einführung potentielle Fehlerhandlungen vorausgedacht und analysiert werden. Alle Fehlerquellen vorauszuahnen ist aber praktisch unmöglich.

„Eine gute Poka-Yoke Lösung zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Die Lösung erfordert lediglich geringe Investitionen und ist rasch und einfach realisierbar.
- Die Lösung hat beträchtliche Auswirkungen auf die Qualität des Endproduktes.
- Die Lösung stellt keinen zusätzlichen Arbeitsschritt dar, sondern sie ist Teil des Prozesses und konzentriert sich auf eine oder wenige potentielle Fehlhandlungen.
- Die Lösung wurde gemeinsam mit den betroffenen Werkern gefunden. Der Arbeiter wird nicht kontrolliert sondern dabei unterstützt qualitativ hochwertig zu arbeiten.
- Die Lösung kann, im Zusammenwirken mit weiteren Maßnahmen, eine Endkontrolle unnötig machen.“

(Dipl.-Wirtschafts-Ing. (FH) Stefan Häck, 2007, Seite 43)

4. Einführung eines PDM-Systems

4.1. Definition PDM

Durch die Computertechnologie, speziell die 3D-Modellierung mit CAD- Systemen, wurde es ermöglicht, Produkte nicht nur mit Hilfe technischer Zeichnungen zu beschreiben. Diese frühere Methode der Konstruktion war aus heutiger Sicht unglaublich umständlich, zeitintensiv und fehleranfällig.

Das 3D-Modell hat die Möglichkeit für eine vollständige Beschreibung eines Produktes geschaffen. Das CAD-Modell wird zum gesamten digitalen Produkt, welches auf dem Bildschirm fast jede Art von Simulation möglich macht.

Es sollten nicht nur Produkte mehr und mehr digitalisiert werden sondern der gesamte Entwicklungsprozess – dies kann durch ein Produktdatenmanagementsystem (PDM- System) umgesetzt werden.

(vgl. Volker Wawer, Ulrich Sandler 2008: Seite 19-20)

„PDM unterstützt die Verwaltung aller Daten, die bei der Entwicklung neuer Produkte oder der Aktualisierung bisheriger Produkte anfallen, bearbeitet und weitergeleitet werden müssen, verbunden mit der Fähigkeit, den Prozess der Bearbeitung und Weiterleitung zu steuern und zu kontrollieren.“

(Nikolaus Kühl 2004: Seite 4)

Die Anforderungen eines PDM-Systems sind, dass die geforderten Daten vollständig zur richtigen Zeit am richtigen Ort vom jeweiligen Mitarbeiter abgerufen werden können.

Es soll nicht nur das Verwalten von Dokumenten, sondern sammeln von Informationen, Daten, Dokumenten, die ein Produkt beschreiben und das schnelle Zur-Verfügung-Stellen dieser Wissensbasis.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die immer größer werdende Komplexität der 3D-CAD Daten mit der man im Bereich des Engineering konfrontiert ist.

Die untenstehende Grafik veranschaulicht die Zusammenhänge deutlich:

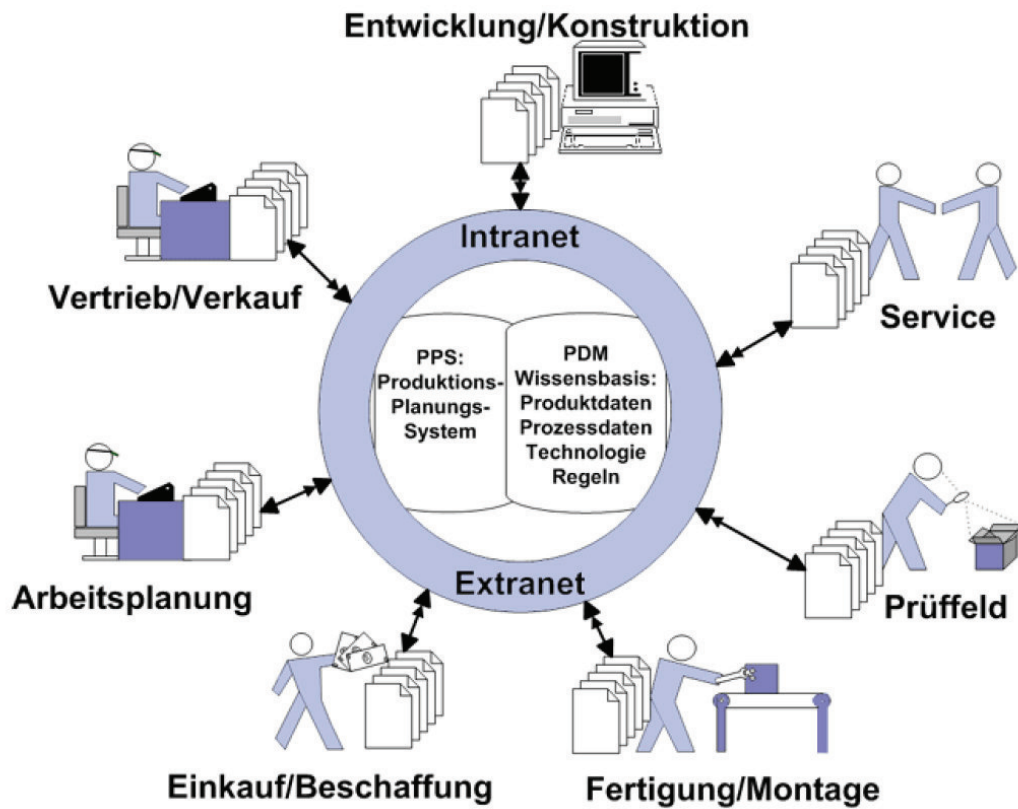


Abbildung 24: Zusammenhänge PDM (<http://www.bgmr.rwth-aachen.de>)

4.2. Warum verwendet man ein PDM-System

Volker Wawer und Ulrich Sendler schreiben in ihrem Fachbuch über CAD und PDM wie folgt:

„PDM ist natürlich auch ein äußerst dringendes Thema für die Anwender in der Produktentwicklung, in der Fertigung und anderen Kernbereichen der Industrie. Vor allem für die jeweiligen Verantwortlichen oder Projektleiter. Denn ihre Effizienz ist auf Gedeih und Verderb darauf angewiesen, dass sie rechtzeitig und sicher an alle benötigten Produktdaten kommen, und dass diese Daten zuverlässig sind. Das ist ohne PDM geradezu ein Ding der Unmöglichkeit. Hier müssen im Detail alle Fragen der nötigen und sinnvollen Funktionalität, der Anpassung, der Implementierung und des Rollout geklärt und die entsprechenden Konsequenzen gezogen werden.“

(Volker Wawer, Ulrich Sendler 2008: Seite 17)

Weitere Argumente die für eine Verwendung von PDM-Systemen sprechen:

- Konstrukteure verbringen alleine ca. 30-40% ihrer Zeit mit Recherche, um die richtigen Komponenten für ihre Entwicklung zu finden.
- Nachgelagerte Bereiche wie Einkauf, Materialwirtschaft, Verkauf, Marketing, Service verbringen ihrerseits ebenso einen großen Teil Ihrer Zeit damit, die aktuellsten und relevanten Informationen zu den konstruierten Teilen und Produkten zu finden.
- PDM kann helfen, diese Zeiten drastisch zu reduzieren und damit Kosten zu senken!

4.3. Überlegungen bei der Einführung eines PDM-Systems

Fast überall in der Industrie wird heute von Entwicklungsprojekten gesprochen, bestehend aus einem meist interdisziplinären Team von Ingenieuren, Konstrukteuren, Fertigungsplanern oder Marketingmitarbeitern. Alle Teammitglieder haben innerhalb eines Projektes den Bedarf auf alle notwendigen Dokumente zugreifen zu können. Wie z.B. Konzeptentwürfe, Designstudien, Ergebnisse von Studien von Simulation und Berechnungen von Teilen und Baugruppen und vielem mehr. Wenn die Definition von Rollen innerhalb von Entwicklungsprojekten durch das PDM-System unterstützt wird, erleichtert dies nebenbei den Ingenieuren die Arbeit.

Bevor sich aber ein Betrieb für ein PDM-System entscheidet sollte sich die Geschäftsführung mit folgenden Fragen auseinandersetzen:

- Anbieterneutrale Basis-Information
(Was ist ein PDM-System?)
- Bedarfsanalyse
(Benötige ich ein PDM-System?)
- Workflowanalyse und Dokumentation
(Wofür benötige ich ein PDM-System?)
- Erarbeitung von Anforderungsprofilen
(Was erwarte ich von einem PDM-System?)
- Auswahl von PDM-Systemen/-anbietern
(Welches ist das richtige PDM-System für mich?)
- Erarbeitung von Budget-Rahmen
(Was kostet mich ein PDM-System?)
- Prüfung von Pflichtenheften
(Erfüllt der Anbieter meine Anforderungen?)
- Begleitung von IT Projekten
(Welche IT-Infrastruktur benötige ich?)
- Einführung, Inbetriebnahme und Schulungen
(Wie führe ich das PDM-System ein?)

4.4. Auswahl eines PDM-Systems

In der Praxis werden zunehmend rechnerunterstützte Systeme zum Speichern und Verwalten der Daten eingesetzt. „PDM-Systemfähigkeit“ beschreibt die Fähigkeit eines Unternehmens, zu einem bestimmten Zeitpunkt ein PDM-System effektiv und effizient in Übereinstimmung mit den definierten Zielen einzusetzen.

Die am meisten verbreiteten Systeme der ersten PDM-Systemgruppe sind die sogenannten TDM-Systeme (Team-Data-Management-Systeme), die primär durch CAD-Systemanbieter als Erweiterung der CAD-Funktionen mit Datenmanagement- und Kooperationsmodulen für die Produktplanung und -Gestaltung entwickelt wurden. Sie weisen eine sehr enge und komfortable Integration zu einem bestimmten CAD-System auf.

Die wichtigsten Vertreter der zweiten Kategorie sind Dokumentenmanagement- und Archivierungs-Systeme. Diese haben ihren Ursprung im administrativen Bereich und unterstützen prozessübergreifend die Verwaltung, die Archivierung und die Verteilung digitaler Dokumente. Sie legen keinen Schwerpunkt auf das Management von Produkt- und Produktstrukturdaten und haben keine sehr enge Integration zu CAD-Systemen.

Damit das richtige System am Markt gefunden werden kann, müssen zunächst die Anforderungen definiert werden.

Um einen Vergleich zwischen den verschiedenen Systemen machen zu können, sind folgende Punkte zu vorhandenen Systemen zu berücksichtigen:

- welche Anbieter kommen für den betrieblichen Einsatz in Frage
- welche Funktionen sind vom jeweiligen System realisierbar
- welche Schnittstellen zu anderen Programmen bietet das System
- für welche Produktgruppen bzw. Branchen wurde das System ausgelegt

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich zwischen drei ausgewählten PDM-Systemen. Es wurden gezielt Systeme mit eher wenig am Markt befindlichen Lizenzen bis hin zu sehr vielen ausgewählt.

Anbieter	PROCAD GmbH & Co. KG	Parametric Technology Corporation	UGS Unigraphics Solutions GmbH
Produktbezeichnung	PRO.FILE	Windchill PDMLink	Teamcenter
Systemeinführung (Jahr)	1994	1998	1990
Anzahl der Installationen: Deutschland	550	> 50.000	>100.000 Lizenzen
Anzahl der Installationen: weltweit	600	> 500.000	1,6 Mio. Lizenzen
Allgemeine Funktionen/PDM			
Produktstrukturverwaltung	JA	JA	JA
3D Baugruppen Verwaltung	JA	JA	JA
Produktkonfiguration	JA	JA	JA
Stücklistenmanagement	JA	JA	JA
Versionsmanagement	JA	JA	JA
Variantenmanagement	JA	JA	JA
Bauteileklassifikation	JA	JA	JA
Kostenmanagement	NEIN	JA	JA
Langzeitarchivierung	JA	JA	JA
Zugriffsverwaltung	JA	JA	JA
Prozess- und Projektmanagement			
Workflowmanagement	JA	JA	JA
Dokumentenverwaltung	JA	JA	JA
Projektmanagement	JA	JA	JA
Visualisierung			
Viewing Komponente	JA	JA	JA
2D-Visualisierung	JA	JA	JA
3D-Visualisierung	JA	JA	JA
Schnittstellen zu CAX-Systemen			
AutoCAD	JA	JA	JA
Catia V4	JA	JA	JA
Catia V5	JA	JA	JA
Eplan 5	JA	NEIN	JA
Inventor	JA	JA	JA
Pro/Engineer	JA	JA	JA
SolidWorks	JA	JA	JA
Solid Edge	JA	JA	JA
Unigraphics NX	JA	JA	JA
Branchen der bisherigen Installationen			
Anlagenbau	JA	JA	JA
Automotive	JA	JA	JA
Elektronik	JA	JA	JA
Maschinenbau	JA	JA	JA

Abbildung 25: Vergleich PDM Anbieter

Dieser Vergleich zeigt, dass alle drei ausgewählten PDM-Systeme vom Funktionsumfang fast gleichwertig sind.

Jedoch gibt es beim System Windchill PDMLink einen wesentlichen Nachteil, und zwar wird die Schnittstelle zur Software-Eplan nicht unterstützt. Diese Software wird allerdings von der Elektronikabteilung in unserem Betrieb verwendet. Da das PDM-System nicht nur für den konstruktiven Bereich verwendet werden soll scheidet diese Software für den Einsatz bei Peters Engineering aus.

Aufgrund der Tatsache, dass die eingesetzte CAD-Software (Solid-Edge) auch von Unigraphics Solutions GmbH entwickelt wurde und bei der Software PRO.FILE kein Kostenmanagement unterstützt wird, hat sich die Software „Teamcenter“ als Favorit herauskristallisiert und sollte genauer analysiert werden.

4.5. Kritische Bewertung eines PDM-Systems

Die zunehmende Komplexität der PDM-Lösungen sowie die hohe Entwicklungsdynamik der PDM-Technologie wird die Bedeutung der Einführungsplanung solcher Systeme in Zukunft enorm steigern. Die firmenspezifische PDM-Einführungsplanung ist ein individueller Prozess, der eine Vielzahl unternehmensspezifischer Entscheidungen fordert. Es gibt hierzu keine Standard- oder Patentrezepte.

Die hohe Investition der PDM-Einführung sowie die damit verbundenen Risiken werden die Unternehmen, vor allen KMU, zwingen, aus Erfahrungen der besten Anwender zu lernen und diese kritisch auf die eigene Firma zu übertragen.

5. Ausblick

5.1. Offen gebliebene, nicht bearbeitete Probleme

Alle angebotenen PDM-Systeme haben ihre Stärken und Schwächen für bestimmte Operationen und Anwendungsgebiete. Es ist deshalb vor ihrer Beschaffung wichtig, den zu unterstützenden Konstruktionsprozess einer detaillierten Tätigkeits- und Datenanalyse zu unterziehen. Schon bei einfacheren Produkten fallen heute im Laufe des Produkt-Lebenszyklus sehr große Datenmengen aus den unterschiedlichsten Quellen an. Die Tendenz diesbezüglich ist steigend. Ein Grund dafür ist z. B. eine aus Produkthaftungsgründen (Gewährleistung oder Garantie) geforderte hohe Entwicklungsqualität des Produkts. Ein weiterer Grund für ein ständiges Wachstum der Datenmengen sind Firmenfusionierungen oder Kooperationen mit anderen Partnerbetrieben wie es auch bei der Firma Peters häufig der Fall ist.

Aufgrund der Komplexität und der hohen finanziellen Aufwendungen für eine PDM-Software, war es mir leider noch nicht möglich die Systeme in der Praxis zu testen.

Um eine definitive Aussage treffen zu können, welches System sich am Besten für den Einsatz bei Peters Engineering eignen würde, wäre dies aber unbedingt erforderlich.

5.2. Vorschlag zur weiteren Vorgehensweise

Um den gewünschten wirtschaftlichen Erfolg durch die Verwendung von PDM-Systemen im Betrieb sicherstellen zu können, bedarf die Einführung systematische Vorbereitungen und genaue Überprüfungen des Ist-Zustands verschiedener Parameter in jedem Unternehmen.

Insbesondere sind Fragen zur exakten Definition des Produktdaten- und Prozessmodells des Unternehmens zu klären. Ziel dieser Untersuchungen soll es sein, die PDM-Systemfähigkeit des Unternehmens zu ermitteln und den notwendigen Aufwand zur Einführung eines solchen Systems abschätzen zu können.

Es muss die kurz-, mittel- und langfristige PDM-Einsatzbreite und PDM-Einsatztiefe festgelegt werden, um Voraussetzungen für eine Wirtschaftlichkeit zu schaffen.

Zusammenfassend möchte ich festhalten, dass ich durch meine sehr intensive Recherche zum Thema PDM-Systeme zum Resultat gelangt bin, dass ich der Firma Peters Engineering auf jeden Fall empfehlen kann, Überlegungen anzustellen, das es lukrativ wäre, ein PDM-System auch bei Peters Engineering einzusetzen.

III. LITERATURVERZEICHNIS

Burkhard Klose:

Projekt-Abwicklung. Arbeitshilfen. Fallbeispiel. Checklisten im Projektmanagement. -
4. Auflage. – Frankfurt Wien: Ueberreuter, 2002

Eversheim, Walter:

Qualitätsmanagement für Dienstleister. Grundlagen. Selbstanalyse.
Umsetzungshilfen. - 2. Auflage. – Berlin: Springer, 2000

Gebhardt, Gerhard Prof. Dr.-Ing.:

Skriptum Qualitätssicherung, Sommersemester 2008

Häck, Stefan Dipl.-Wirtschafts-Ing. (FH):

Skriptum Poka Yoke - Fehlhandlungen vermeiden, 2007

Kamiske, Gerd F.; Brauer, Jörg-Peter:

Qualitätsmanagement von A bis Z. Erläuterungen moderner Begriffe des
Qualitätsmanagements. - 3. Auflage. – München Wien:, Hanser, 2006

Kühl, Nikolaus:

Skriptum PDM - Produkt Daten Management, Wintersemester 2004

Pahl, Beitz:

Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung
Methoden und Anwendung. - 7. Auflage. - Berlin Heidelberg: Springer, 2004

RWTH-Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet: Aufgaben eines PDM-Systems.

URL: <<http://www.bgmr.rwth-aachen.de/images/pdmsystem.gif>>, (10.06.2009)

Tietjen, Thorsten; Müller, Dieter H.:

FMEA Praxis. - 2. Auflage. - München: Hanser, 2003

Trücher, Augustin:

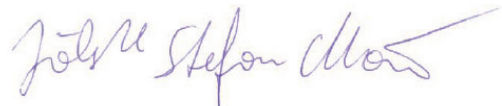
Skriptum Poka Yoke – Grundlagen, September 2008

Volker Wawer, Ulrich Sandler:

CAD und PDM. Prozessoptimierung durch Integration. - 2. Auflage. – München
Wien: Hanser, 2008

IV. Erklärung zur selbständigen Anfertigung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.



.....
Unterschrift